Ciência e Tecnologia dos Alimentos



I
VOLUME

Editora Poisson

Editora Poisson

Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Volume 1

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569
Ciência e Tecnologia dos Alimentos–Volume 1/ Organização Editora Poisson – Belo Horizonte - MG: Poisson - 2019

Formato: PDF
ISBN: 978-85-7042-123-4
DOI: 10.5935/978-85-7042-123-4

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Tecnologia de Alimentos 2. Alimentos 3. Nutrição I. Título

CDD-664.005

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

SUMÁRIO

SUMÁRIO

Capítulo 1

Investigação da Atividade Antimicrobiana de Filmes Biopoliméricos contendo Nanopartículas de Prata

Maicon Roldão Borges
Carla Weber Scheeren

Resumo: Nanopartículas de prata foram imobilizadas em filmes biopoliméricos combinando os biopolímeros quitosana e carboximetilcelulose. Os filmes biopoliméricos foram denominados de CS/CMC/Ag no trabalho. Nanopartículas esféricas de Ag de diâmetro 8,0 ± 0,4 nm foram imobilizadas nos filmes biopoliméricos com 20 µm de espessura. Os filmes biopoliméricos contendo NPs de Ag exibiram maior maleabilidade e durabilidade na sua estrutura e exibiram excelente atividade antimicrobiana frente as bactéiras Staphylococcus aureus e Escherichia coli.

Palavras-chave: Filmes biopoliméricos, Nanopartículas de Ag, Líquido iônico, Atividade antimicrobiana.

1 INTRODUÇÃO

Multidisciplinar a nanociência tem apresentado potencial de aplicação em diferentes áreas como: alimentos, biologia, física, química e engenharia (Hochella-Júnior, 2002). A combinação de nanopartículas (NPs) metálicas e filmes biopoliméricos com atividade antibacteriana têm sido muito estudados, os quais exibem grande atividade tóxica frente a bactérias e outros microorganismos, como fungos e também o sistema humano (Stoimenov et al. 2002 ; Balogh et al. 2001; Kasuga et al. 1997). NPs metálicas são capazes de incapacitar microorganismos através da interação com algumas enzimas, proteínas e/ou DNA, inibindo a proliferação celular ou divisão celular. Para estas aplicações, NPs têm sido suportadas em biopolímeros em várias formas (por ex. cateteres, material dentário, dispositivos médicos, implantes e curativos para queimaduras) com o objetivo de proteger contra a contaminação microbiana. Existem vários biopolímeros como: quitosana, carboximetilcelulose e celulose (Ciriolo et al. 1994). Filmes biopoliméricos de celulose semipermeáveis foram utilizados como suporte para NPs de Pt e Ag (Edgar et al 2001). Entretanto, um filme polimérico pode exibir outras vantagens adicionais como um material com maior capacidade de imobilização e seletividade, redução no tamanho de partícula, prevenção da aglomeração das NPs e estabelecimento de uma região de contato poroso entre as fases líquida e gasosa com a estrutura polimérica (Viswanathan et al. 2006) Neste trabalho, nós demonstramos a combinação de NPs de Ag sintetizadas em líquido iônico BMI.BF4 suportadas em filme biopolimérico de quitosana e carboximetilcelulose com investigação em atividade antimicrobiana frente as bactérias S. aureus e E. coli. A combinação gerou a formação de um material com estrutura porosa com fácil incorporação das NPs de Ag e boa atividade antimicrobiana. Este material pode ser utilizado na fabricação de filmes antimicrobianos para embalagem de alimentos, proporcionando assim maior tempo de conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Síntese de NPs de Ag em líquido iônico BMI.BF4: uma solução contendo líquido iônico BMI.BF4 (1 mL), Ag2O 25 mg (0,11 mmol,) foi agitada à temperatura ambiente durante 15 min obtendo-se uma dispersão escurade de AgO2. O sistema foi aquecido a 85 °C e hidrogênio (4 bar) foi admitido no sistema. Após duas horas, obteve-se uma dispersão escura de NPs de Ag.

Síntese da solução biopolimérica e dos filmes biopoliméricos contendo NPs de Ag suportadas: foi preparada uma solução contendo 35 mL de acetona e 2,5 g de acetato de celulose, foram preparados filmes biopoliméricos sem NPs (denominados de branco, AC) e filmes contendo 10 mg de NPs de Ag (denominados AC/Ag). A solução foi vertida em placa de Petri formando os filmes biopoliméricos.

Investigação da atividade antimicrobiana frente às bactérias S. aureus e E. coli: Estas experiências foram realizadas num meio de Luria-Bertani (LB) Agar sólido em uma placa de Petri. Os filmes biopoliméricos liofilizados foram cortados em forma de disco de 1,5 cm de diâmetro, esterilizados por Autoclave durante 15 minutos a 120 °C, e colocados em uma placa de Agar contendo bactérias E. coli- cultivadas e em outra placa Agar de bactérias S. aureus- cultivadas. As placas de Petri foram colocadas em incubadora durante 24 h a 37 °C para formação dos halos de inibição bacteriana.

3 ANÁLISES REALIZADAS

Espectroscopia na região do Ultravioleta-Visível (UV-Vis): O espectro eletrônico da dispersão coloidal de NPs de Ag foi realizado utilizando-se um Espectrofotômetro UV-visível modelo UV-2550 da Shimadzu, com leituras na região de 190 a 800 cm-1, com celas de quartzo de 1 cm de caminho óptico.

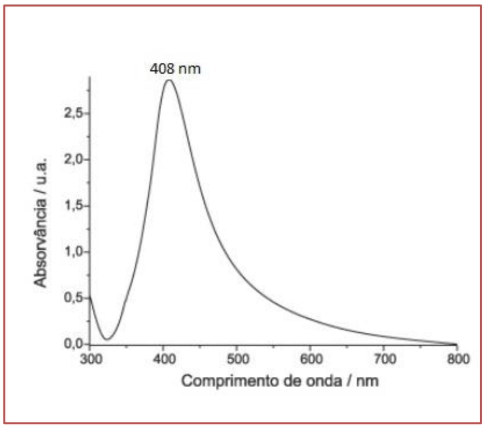
Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET): A análise de MET das NPs de Ag foi realizada utilizando-se um microscópio JEOL JEM1200EXII operando em 120 kv. Os histogramas da distribuição foram obtidos usando o programa Origin 8, através da medida do diâmetro de aproximadamente 300 partículas de Ag.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A síntese das NPs de Ag coloidal está relacionada à redução do Ag2+ para Ag0 pela ação do hidrogênio molecular como agente redutor, resultando na formação de NPs que possuem rede cúbica de face centrada (fcc). Os íons Ag2+ são introduzidos ao meio reacional a partir do óxido de prata (Ag2O). As técnicas de caracterização utilizadas, ultravioleta-Visível (UV-Vis), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia eletrônica de transmissão (MET) nos fornecem informações a respeito do tamanho, forma e

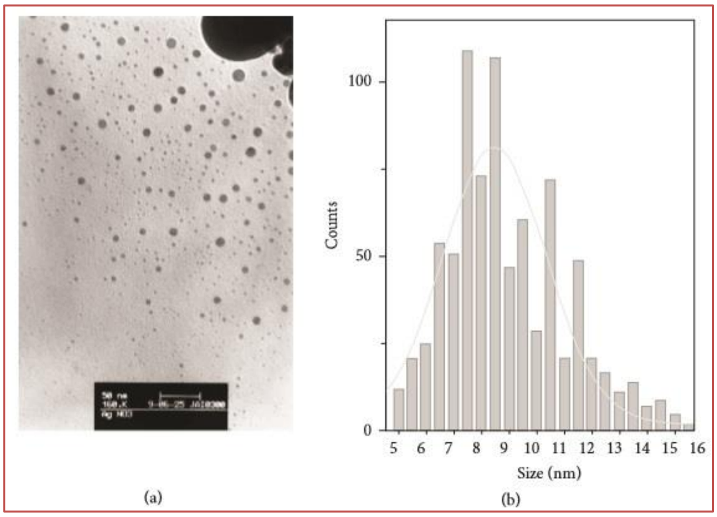
composição das NPs de Ag e dos filmes biopoliméricos. Na Figura 1 está representado o espectro da solução de NPs de Ag, obtidas no experimento, por espectroscopia de UV-visível.

Figura 1 - Espectro de Uv-vísivel da dispersão coloidal de NPs de Ag.



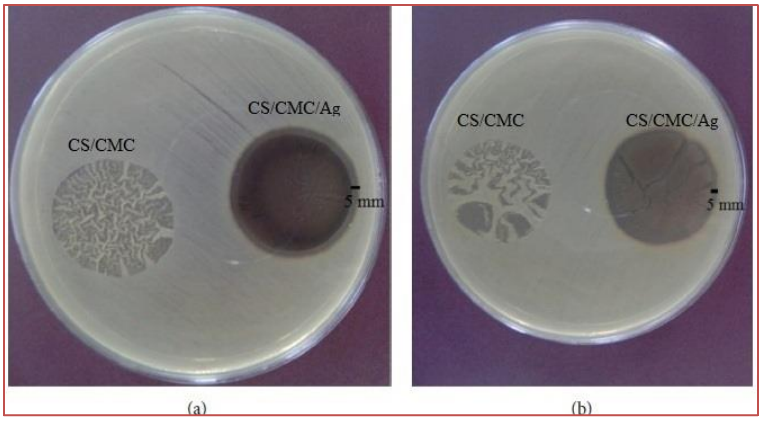
Observa-se que a absorção do plasmon superficial dá origem a uma banda larga, com o máximo de absorção em torno de 408 nm. As NPs de Ag obtidas também foram analisadas por microscopia eletrônica de transmissão (MET). A micrografia e o histograma de distribuição de diâmetro médio das partículas obtidas são expostos na Figura 2. As NPs de Ag exibiram diâmetro médio de 11 ± 1,5 nm.

Figura 2 - Micrografia obtida por MET NPs de Ag (esquerda) e histograma de distribuição de diâmetro (direita) das NPs de Ag.



A habilidade dos filmes biopoliméricos contendo NPs de Ag suportadas em inibir o crescimento destas bactérias está exposto na Figura 3. Nos experimentos utilizamos um disco de 1,5 cm de filme biopolimérico sem a presença NPs de Ag (denominado de CS/CMC), localizado na esquerda da placa de Petri, e um disco de filme biopolimérico contendo NPs de Ag (denominado CS/CMC/Ag), localizado à direita na placa de Petri. A ação antibacteriana das NPs metálicas ocorre através da coordenação destas a camada superficial das bactérias ocasionando o rompimento da camada de peptidoglicano e consequente inativação. A camada de peptidoglicano da bactéria gram-negativa (E.coli) é mais fina do que nas bactérias gram-positivas (S.aureus), mas a atividade antimicrobiana obtida através do halo de inibição, neste caso, foi o mesmo frente às bactérias E. coli e S. aureus (a formação de 5 mm de halo de inibição bacteriana foram obtidos para E. coli e para S. aureus, Figura 3), (Xu et al. 2005).

Figura 3 - Atividade dos filmes CS/CMC (filme sem NPs Ag) e CS/CMC/Ag (filme com NPs): (A) E.coli e (B) S. aureus.



5 CONCLUSÃO

Conclui-se, através do desenvolvimento e resultados obtidos neste trabalho de pesquisa, que a síntese de filmes biopoliméricos, combinando os biopolímeros quitosana e carboximetilcelulose, contendo NPs de Ag suportadas gerou um material com uma estrutura mais maleável e durável, apresentando excelente efeito antimicrobiano frente as bactérias S. aureus e E.coli. Atualmente, uma possível aplicação dos filmes biopoliméricos antimicrobianos é em embalagens para maior conservação de frutas e alimentos.

REFERÊNCIAS

Balogh, L.; Swanson, D. R.; Tomalia, D. A.; HagnAger, G. L.; McManus, A. T.; Nano Lett. 2001, 1, 18.

Ciriolo, M. R.; Civitareale, P.; Carri, M. T.; De Martino, A.; Galiazzo, F.; Rotilio, G.; The Journal of Biological Chemistry 1994, 269, 25783.

Edgar, K. J.; Buchanan, C. M.; Debenham, J. S.; Prog. Polym. Sci. 2001, 26, 1605.

Hochella-Júnior, M. F.; Earth Planet Sci. Lett. 2002, 203, 593.

Kasuga, T.; Kume, H.; Abe, Y.; J. Am. Ceram. Soc. 1997, 80, 777.

Stoimenov, P. K.; Klinger, R. L.; Marchin, G. L.; Klabunde, K. J.; Langmuir 2002, 18, 6679.

Viswanathan, G.; Murugesan, S.; Pushparaj, V.; Nalamasu, O.; Ajayan, P. M.; Linhardt, R. J.; Biomacromolecules 2006, 7, 415.

Xu, J.; Dozier, A.; Bhattacharyya, D.; J. Nanop. Res. 2005, 7, 449.

Capítulo 2

Avaliação microbiológica em queijo coalho comercializado em Maceió, AL

Naiara da Silva Santos
Demetrius Pereira Morilla
Jonas dos Santos Sousa

Resumo: O queijo coalho é considerado uma grande iguaria do Nordeste brasileiro, tendo como matéria-prima o leite cru. Produzido na maioria das vezes em pequenas queijarias artesanalmente, sem Boas Práticas de Fabricação, acesso à treinamentos necessários para elaboaração de um alimento seguro. Esses fatores podem elevar a carga microbiana do produto final, comprometendo as condições de higiene associadas ao armazenamento e transporte, servindo como meio de cultura para microrganismos diversos, sendo assim, o consumidor sofre o risco de ser exposto à patógenos. Dadas essas circunstâncias, duas marcas comerciais, identificadas como A e B, foram submetidas a estudo para quantificar os coliformes termotolerantes (CTT) e evidenciar a presença de Bacillus cereus, Escherichia Coli e Salmonella sp. Os resultados apresentaram para CTT's de 6,8x102 NMP/g para ambas, utilizando-se a técnica do Número Mais Provável, também chamada de técnica dos tubos múltiplos. Foi estimada contagem de coliformes totais e termotolerantes, tendo como base a Tabela Estatística de Hoskins para cinco tubos. O valor se mostra acima do limite estabelecido pela legislação brasileira, que define como o máximo permitido de coliformes termotolerantes, o valor de 5,0x102 NMP/g de amostra. Através das provas bioquímicas, por meio do Kit de Teste Bactray I, II e III, da Laborclin, foi constatada presença de E. Coli nas duas marcas e Salmonella sp em uma delas.

Palavras-Chave: queijo de coalho, coliformes, Salmonella.

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por queijo coalho, aquele que se obtém por coagulação do leite por meio de enzimas proteolíticas com capacidade coagulante vulgarmente conhecidas como coalho, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas, e comercializado normalmente com até dez dias de fabricação (Nassu et al., 2013).

A Associação Brasileira de Indústrias de Queijo (2015) define o queijo de coalho sendo de origem brasileira, mais especificamente do Nordeste, onde a tecnologia artesanal utiliza leite cru. Com o decorrer do tempo sua fabricação obteve melhoramentos tecnológicos, por questão de higiene o leite passou a ser pasteurizado, sem que fossem comprometidas suas características intrínsecas e funcionais.

Portanto, queijo de coalho, pode ser definido como o produto de maturação da coalhada que se obtém pela coagulação enzimática ou ácida do leite integral, parcialmente ou totalmente desnatado, com ou sem adição de corante ou sal, suficientemente libertado do soro (ABREU, 2005).

No Nordeste do Brasil a maior parte da produção de queijo coalho é obtida em pequenas e médias queijarias, as quais movimentam, mensalmente, algo em torno de 10 milhões de reais, o que sinaliza essa atividade como importante no âmbito social e econômico (Perry, 2004).

Por suas características de processamento inadequado, os queijos produzidos em pequenas fábricas, ou artesanalmente, apresentam em geral uma grande quantidade de microrganismos responsáveis pela deterioração e ou a redução da vida útil do produto, indicadores de más condições higiênicas sanitárias do processamento além da manipulação inadequada da matéria prima, utensílio e equipamento (PEIXOTO et al, 2007).

Durante o processo de produção, elaboração, transporte, armazenamento e distribuição, a contaminação microbiana dos alimentos é indesejável e, inclusive, nociva. Esse aspecto é encarado com tal rigor que para se conhecer a existência de possíveis deficiências higiênicas, que implicariam em contaminação do alimento, busca-se averiguar a presença de microrganismos indicadores de má qualidade higiênica e de microrganismos patogênicos (Salotti et al., 2006).

Normalmente, dentre os microrganismos encontrados no queijo de coalho, em função da ausência de BPF (Boas Práticas de Fabricação), destaca-se os pertencentes ao grupo dos coliformes totais e termotolerantes (em referência antiga aos ditos fecais), tipo a Escherichia coli; e a presença de outros de classes diversas, como o Salmonella sp. e o Staphylococcus aureus (SANTANA et al., 2008).

Contagens elevadas de microrganismos do grupo coliformes são frequentemente observadas no queijo-coalho, sugerindo que foram produzidos em condições de higiene insatisfatória. A presença de coliformes fecais ou termotolerantes em alimento é indicativa de que houve contato direto com material fecal (Duarte et al., 2005).

Beux (2016) afirma que os coliformes metabolizam a lactose, produzindo, entre outras substâncias, ácido láctico e CO2, que fica retido na massa dos queijos, causando o aparecimento de pequenos buracos chamados de olhaduras, também afirma que quando o número de coliformes está presente em excesso, o gás provoca o estufamento precoce do queijo.

O grupo dos coliformes fecais, caracterizados como termotolerantes, pois uma vez que incubados a 44 - 45ºC / 24-48 h, continuam fermentando a lactose com produção de ácido e gás, sendo exemplo a Escherichia coli, principal indicador de contaminação fecal. Ainda aparecem como termotolerantes diversas espécies de vida livre, por terem sua origem não-exclusivamente fecal, ou seja, além de poderem ser encontradas no trato intestinal são encontradas também no solo, na água e nos alimentos, a exemplo dos gêneros: Klebsiella, Citrobacter, Enterobacter e Proteus (HAJDENWURCEL, 1998).

Salmonella spp., bactéria responsável por casos de toxinfecções alimentares, é comumente observada em queijo-coalho, normalmente é encontrada no trato intestinal de animais domésticos e silvestres, especialmente aves e répteis e tem como principal veículo de disseminação os alimentos e a água (Ávila e Gallo, 1996; Feitosa et al., 2003).

Faz-se necessária a avaliação da qualidade desses queijos, através de análises microbiológicas, uma vez que podem associar-se a microrganismos patógenos, que não devem estar presentes, ou ainda outros microrganismos acima da quantidade prevista em legislação, caracterizando-os como alimentos impróprios para o consumo (SILVA e SILVA, 2013).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Município de Maceió, capital de Alagoas, estado localizado na região Nordeste, Alagoas ocupa uma área de 27.848,140 km². Possui 102 municípios, fazendo limites com Pernambuco, Sergipe, Bahia e Oceano Atlântico. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

À mesa do nordestino que se preza, um bom queijo coalho não pode faltar. Suculento, de sabor inigualável, o coalho, que historicamente foi criado no sertão do Nordeste, vem se destacando entre o mix de produtos dos laticínios alagoanos, sendo responsável por uma fatia de 25% no faturamento geral da indústria. Em algumas delas, ele chega a ser responsável por mais de 50% e em outras empresas é o único produto produzido.

Apesar da retração de mercado, a iguaria ainda se sobressai como ingrediente de variadas receitas e mantém a versatilidade de ser consumido in natura ou processado. Essa tradição em seu consumo se expandiu, há anos, por todos país e trouxe, automaticamente, a exigência natural de estruturação em sua produção.

A estimativa é de que Alagoas produza cerca de 15 mil quilos/dia, segundo informação do Sindicato da Indústria de Laticínios e Produtos Derivados do Leite de Alagoas (sileal).

Diante disso, o presente trabalho justifica-se pela alta necessidade de averiguar a qualidade microbiológica dessa iguaria tão apreciada pelo povo alagoano.

Foram testadas duas marcas de queijo de coalho, tendo sido adquirido as amostras em locais comerciais na cidade de Maceió, AL, sendo identificadas como A e B, as quais foram fracionadas (alguns comércios recebem peças de queijo, de 5Kg, ficado a critério do consumidor a quantidade que deve ser cortada da peça, para a compra) pesadas, nas embalagens fornecidas nos locais de compra (sacos plásticos, conhecidos como bobina). Em seguida, armazenadas em caixa térmica contendo gelo, e transportadas ao laboratório de microbiologia, localizado nas dependências do Departamento de Química e Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Maceió para determinação do perfil microbiológico das amostras em questão.

Em primeiro momento foi realizada análise sensorial dos produtos, comparando-os com os padrões de identidade de queijo coalho estabelecidos pela Instrução Normativa n° 30, de 26 de junho de 2001.

A partir da técnica do Número Mais Provável, também chamada de técnica dos tubos múltiplos, foi estimada contagem de coliformes totais e termotolerantes, tendo como base a Tabela Estatística de Hoskins para cinco tubos. (Franco, 2003).

Na quantificação de coliformes totais e termotolerantes, utilizaram-se alíquotas de 25±0,2g diluídas em solução salina peptonada 0,1% até a obtenção de soluções 10-1 a 10-6. O teste presuntivo foi realizado em série de cinco tubos contendo caldo lauril sulfato triptose, incubados em estufa a 35-37ºC, por 24-48h. O caldo presente nos tubos positivos foi semeado em caldo verde brilhante bile 2% (VBBL) e incubado a 35ºC, durante 24-48h, para confirmação de coliformes totais, e semeado em tubos contendo caldo E. coli (EC), incubados a 45,5ºC, por 24-48 horas, para confirmação de coliformes termotolerantes (Vanderzant e Splittstoesser, 1992).

O meio de cultura MYP ágar, seletivo e diferencial, destinado à contagem de Bacillus cereus. Incubação em estufa bacteriológica entre 30-32°C por 24 horas, e os meios de cultura TSI e hektoen (meios diferenciais) no isolamento de entereobactérias, com temperatura de incubação de 35-37°C por 24 horas.

Na detecção de Salmonella sp, foram utilizadas triplacas (Laborclin 540183) como método presuntivo, contendo os meios XLD/Verde Brilhante/Salmonella Cromogênico, seguindo procedimento técnico indicado pelo fornecedor, o qual orienta que seja feito pré-enriquecimento, em água peptonada 1% e incubar em estufa microbiológica a 35-37°C por 24h. Posteriormente, enriquecimento seletivo, com meio selenito. Em seguida distribuída uma alíquota de material proveniente do enriquecimento por esgotamento, na superfície da triplaca, em sequência, incubação das placas em estufa bacteriológica a 35° por 18-24h.

Foram utilizados sistemas Bactray I, II e III (Laborclin 880108, 880109 e 880110 respectivamente), destinados à identificação bioquímica de bacilos Gram negativos com oxidase negativa ou positiva, fermentadores ou não da glicose ou não fastidiosos. Seguindo as instruções de uso dos sistemas, foi suspensa em água deionizada estéril a bactéria a ser identificada, de maneira a se obter turvação 0,5 da escala Mac Farland, inoculado 1,0mL da suspensão bacteriana aos conjuntos Bactray.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante análise sensorial, foi possível verificar que os produtos estavam com suas características dentro dos padrões de identidade estabelecidos pela Instrução Normativa n° 30, de 26 de junho de 2001. Tais como:

- Consistência: semidura, elástica.
- Textura: compacta, macia.
- Cor: branco amarelado uniforme.
- Sabor: brando, ligeiramente ácido, podendo ser salgado.
- Odor: ligeiramente ácido, lembrando massa coagulada.
- Crosta: fina, sem trinca, não sendo usual a formação de casca bem definida.
- Olhaduras: algumas olhaduras pequenas ou sem olhaduras.

Foram observados também os Critérios Macroscópicos: as amostras não apresentaram impurezas ou substâncias estranhas de qualquer natureza.

Os resultados obtidos na determinação de coliformes podem ser verificados na tabela 1.

Tabela 1.Avaliação microbiológica em queijo coalho comercializado em Maceió, AL.

Amostra	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)
Marca A	3,6x102	6,8x102
Marca B	5,6x102	6,8x102

Para a avaliação da qualidade microbiológica dos queijos analisados neste estudo, os resultados obtidos foram comparados com os padrões microbiológicos determinados para queijos de muito alta umidade pela RDC no 12, de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), que estabelece como grupos de microrganismos indicadores de qualidade os coliformes a 45°C e os estafilococos produtores de coagulase. Para a comparação das populações de coliformes a 35°C, grupo de microrganismos não obrigatório como parâmetro de qualidade pela RDC n° 12, utilizou-se a Portaria no 146, de 07/03/1996, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1996). Sabe-se que esse grupo de microrganismos geralmente é contaminante ambiental, e sua contagem elevada indica deficiência na qualidade higiênico-sanitária do produto (BRANT et al., 2007).

A legislação brasileira (Brasil, 2001) define como limite máximo permitido de coliformes termotolerantes, o valor de 5,0x102 NMP/g de amostra. Com base neste dado é possível afirmar que ambas as marcas estão fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, sendo considerados impróprios para o consumo. Segundo Catao e Ceballos (2001), o risco de contaminação no queijo, pode estar na matéria prima, pois em algumas localidades, o leite ainda é obtido sob condições higiênico-sanitárias deficientes e, em consequência, apresenta elevado número de microrganismos, o que constitui um risco à saúde da população, principalmente quando consumido sem tratamento térmico. Dessa forma, para o leite e seus derivados, cuidados higiênicos desde a ordenha até a obtenção do produto final devem ser empregados.

O tratamento térmico aplicado ao leite pode estimular a germinação dos esporos de B. cereus que, na ausência da microbiota competitiva, encontram condições favoráveis para multiplicar-se no produto (WATANUKI & GALLO, 2008). O que não ocorreu neste caso, pois a presença de Bacillus cereus não foi detectada em nenhuma das amostras.

No isolamento de entereobactérias, houve produção de H2S na amostra A, comportamento típico de Salmonella sp, este resultado também foi apresentado nas triplacas, sendo necessária prova bioquímica para confirmação.

Com as provas bioquímicas, foi possível confirmar presença de Salmonella sp, e Escherichia coli, no queijo da marca A. Já na amostra B, foi encontrada Escherichia coli.

Diante disso, é possível resumir os resultados obtidos na tabela 2.

Tabela 2: Avaliação Microbiológica em Queijo Coalho Comercializado em Maceió, AL.

Amostra	Salmonella sp	Bacillus cereus	Escherichia Coli
Marca A	Positivo	Negativo	Positivo
Marca B	Negativo	Negativo	Positivo

Estes resultados são considerados preocupantes, uma vez que estes, são microrganismos patógenos, passíveis de causar infecções e intoxicações alimentares no indivíduo. Estes microrganismos servem como indicadores higiênico-sanitários, que neste estudo, possibilitaram a identificação de produtos impróprios para consumo.

4. CONCLUSÕES

A elevada taxa de coliformes, presença de Escherichia coli, Salmonella sp comprovam que os queijos analisados não estão aptos ao consumo humano. Estes resultados demonstram que a má qualidade no produto final está atrelada a falta de implementação de Boas Práticas de Fabricação e indevidas condições higiênico-sanitárias no manuseio da matéria-prima ou a fatores de pós-fabricação, como transporte e armazenamento.

A higienização precária no momento da ordenha, o armazenamento inadequado do leite e a intensa manipulação são as principais causas de contaminação do leite, e de seus derivados, (BASTOS et al., 2001).

O leite, utilizado como matéria-prima, deve ser sempre pasteurizado, a menos que seja obtido com todos os preceitos de higiene, e manipulado logo após a ordenha. A Pasteurização não é recurso industrial para a regeneração de um mau produto, ela nada mais é que o aquecimento do leite à temperatura determinada, durante determinado tempo, para destruir a maioria das contaminações nele existentes, sendo que a temperatura não pode ultrapassar os 65°C em 30 minutos, pois se tal acontecer, haverá modificações na coagulação do leite, resultando num produto inferior, defeituoso (BEHMER, 1910). A pasteurização, aliada aos cuidados posteriores, como manejo adequado, Boas Práticas de Fabricação, embalagem e armazenamento adequados, podem assegurar um produto de maior qualidade que não promova riscos à saúde do consumidor.

A ausência de fiscalização pelos órgãos competentes contribui para a produção de alimentos de forma precária.

Do ponto de vista de saúde pública, a população deve ter ao seu alcance alimentos de boa qualidade, dentro de padrões pré-estabelecidos, não só em valores nutritivos, como também quanto às condições higiênicas, que propiciem segurança para a saúde do consumidor (Correia; Roncada, 1997).

REFERÊNCIAS

[1] ABREU, L.R (2005) Processamento do Leite e Tecnologia de produtos Lácteos-Lavras:UFLA/FAEPE.

[2] Associação Brasileira das Indústrias de Queijo - ABIQ. (2015). Disponível em: www.abiq.com.br.

[3] ÁVILA, C.R.; GALLO, C.R. (1996) Pesquisa de Salmonella spp. em leite cru, leite pasteurizado queijo tipo "minas frescal" comercializados no município de Piracicaba, SP. Sci. Agric., v.53, p.159-163.

[4] BASTOS, M. do S.R. et al. Inspeção em uma indústria produtora de queijo tipo coalho no estado do Ceará, visando a implantação das boas práticas de fabricação. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.57, p.130-136, 2001.

[5] BEHMER, M. L. A. (1999) Tecnologia do leite: leite, queijo, manteiga, caseína, iogurte, sorvetes e instalações: produção, industrialização e análise. 13. ed. São Paulo: Nobel.

[6] BRANT, L.M.F.; FONSECA, L.M.; SILVA, M.C.C. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo-de-minas artesanal do Serro-MG. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.59, n.6, p.1570-1574. 2007.

[7] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC no 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 02/01/2001. p.1-54.

[8] CATAO, R.M.R.; CEBALLOS, B.S.O. (2001) Pesquisa de. Listeria spp., coliformes totais e fecais e E. coli no leite cru e pasteurizado de uma indústria de laticínios, no estado da Paraíba (Brasil). Cienc. Tecnol. Aliment., v.21, p.281-287.

[9] CORREIA, M.; RONCADA, M.J. Caracterização microscópica de queijo de prato, mussarela e mineiro comercializados em feiras livres da cidade de São Paulo. Revista de Saúde Pública, v.31, n.3, p. 296-301, 1997.

[10] DUARTE, D.A.M.; SCHUCH, D.M.T.; SANTOS, S.B. (2005) Pesquisa de Listeria monocytogenes e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijo-coalho produzido e comercializado no estado de Pernambuco. Arq. Inst. Biol., v.72, p.297-302.

[11] FEITOSA, T.; BORGES, M.F.; NASSU, R.T. (2003) Pesquisa de Salmonella sp., Listeria sp. e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijos produzidos no Estado do Rio Grande do Norte. Cienc. Tecnol. Aliment., v.23, p.162- 165.

[12] FRANCO, B. D. G. M. (2003) Microbiologia dos Alimentos, 2º edição – São Paulo: Editora Atheneu.

[13] HAJDENWURCEL, J. R. (1998) Atlas de microbiologia de alimentos. Fonte Comunicação e editora. São Paulo, Volume I, 66p).

[14] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/historico

[15] LABORCLIN. Linhas de Produtos. Disponível em: http://www.laborclin.com.br/principal.asp

[16] PEIXOTO, A.M.S.; PRAÇA, E.F.; GÓIS, V.A. de,. A potencialidade microbiológica de coagulação do coalho líquido artesanal. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.2, n.2, p. 52 – 64 Julho/Dezembro de 2007. Microbiologia

[17] PERRY, K.S.P. (2004) Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. Quim. Nova, v.27, p.293-300.

[18] SALOTTI, B.M.; CARVALHO, A.C.F.B.; AMARAL, L.A. et al. Qualidade microbiológica do queijo minas frescal comercializado no município de Jaboticaba, SP, Brasil. Arq. Inst. Biol., v.73, p. 171-175, 2006

[19] SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, Á. S. (2008) Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. Arq Bras Med Vet Zootec., v. 60, n. 6, p. 1517-1522

[20] SILVA, F; SILVA, G. (2013) Análise microbiológica e físico-química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados na microrregião de Francisco Beltrão-PR. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão.

[21] VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. Compendium for the microbiological examination of foods. 3.ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1992.

Capítulo 3

Análise microbiológica de queijo tipo colonial produzido a partir de leite cru e pasteurizado

Jéssica Barrionuevo Ressutte
Thainá Rodrigues Stella
Jéssica Maria Ferreira de Almeida-Couto
Caroline Zanon Belluco
Magali Soares dos Santos Pozza
Grasiele Scaramal Madrona

Resumo: A qualidade microbiológica do queijo tipo colonial processado com leite cru e leite pasteurizado foi avaliada. As análises realizadas foram: mesófilos aeróbios, coliformes totais, Escherichia Coli, Estafilococos Coagulase Positiva e Salmonella sp. durante o período de armazenamento, nos tempo 0, 15 e 30 dias. Os resultados demonstraram um aumento significativo na contagem de mesófilos aeróbios no decorrer do período de maturação, o mesmo observou-se para a contagem de coliformes. Em relação a análise de Escherichia coli, nenhuma amostra dos queijos processados com leite pasteurizado apresentou contaminação, ao contrário do queijo processado com leite cru. Para a análise de Estafilococos Coagulase Positiva, apenas uma amostra de queijo processado com leite cru apresentou contaminação. Todas as amostras apresentaram valores negativos para Salmonella sp. Assim, os resultados indicam a importância da pasteurização no processamento de queijo colonial.

Palavras-Chave: Queijo colonial, pasteurização, contaminação.

1. INTRODUÇÃO

A produção de queijo consiste basicamente no processo de concentração do leite no qual a proteína e a gordura são concentrados na parte da coalhada e a lactose, proteínas do soro, e os demais sólidos solúveis, são eliminados no soro. A umidade, consistência e tempo de vida útil que cada queijo varia de acordo com o seu tipo e processamento. Quanto menor a umidade do queijo, maior é o tempo de conservação (Kosikowski, 1997; Aquarone, 2001).

Os queijos podem ser divididos em frescos e maturados. O queijo fresco está pronto para o consumo após processamento, ao passo que o queijo maturado necessita de um tempo de armazenamento, onde ocorre trocas bioquímicas e físicas para dar as características da variedade do queijo. Na maturação os queijos são submetidos a determinada temperatura e umidade relativa definidas, em câmaras específicas (Ordóñez, 2005; Brasil, 1996).

Os queijos artesanais são bastante produzidos na região Sul do país, onde há indicações de que, a maior parte desses queijos produzidos se tratem do queijo colonial, que são queijos tradicionalmente processados em propriedades agrícolas pela própria família do agricultor. A palavra colonial se refere aos "colonos", descendentes de imigrantes europeus que começaram a produzir esse tipo de queijo (Carvalho, 2015).

O queijo colonial tem grande importância na vida econômica da população rural, que tornaram a produção de queijo como uma alternativa de renda. No processamento desse tipo de queijo, não existe padrão de técnicas entre as propriedades produtoras, e a elevada contaminação ocorre devido ao uso de leite cru e a baixa qualidade higiênico-sanitária desses lugares, constituindo dessa forma, um potencial risco para a saúde do consumidor. Devido ao leite possuir uma excelente fonte de nutrientes, muitas bactérias utilizam o seu açúcar (lactose) como fonte de energia, tornando-o um veículo frequente de patógenos, podendo até mesmo causar toxi-infecções alimentares (Kottwitz e Guimarães, 2003; Lucas, 2008).

Entre os principais contaminantes do leite, destacam-se: Estafilococos Coagulase Positiva, coliformes totais e termotolerantes, Escherichia Coli, Salmonella sp. e mesófilos aeróbios.

Para a comercialização do queijo colonial é necessário que os estabelecimentos produtores se adequem aos órgãos governamentais. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou a Instrução Normativa nº 30 de 2013 (IN30/2013) que permite o uso de leite cru na fabricação de queijos com tempo de maturação inferior a 60 dias, desde que o atendimento dos padrões higiênico-sanitários estabelecidos para a produção de alimentos sejam atendidos (Gazolla e Schneider, 2015; Brasil, 2013).

A pasteurização do leite é uma etapa importante para fabricação de queijos, ela tem o objetivo de destruir os microrganismos potencialmente patogênicos presentes no leite cru, e dessa forma, assegurar a saúde do consumidor (Scott, 2002).

Existem três tipos de pasteurização, a lenta, a rápida e ultra-rápida. Não é recomendado a pasteurização ultra-rápida para produção de queijo, devido a desnaturação de proteínas do leite e destruição de vitaminas e enzimas que são importantes para o desenvolvimento da cultura láctea.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade microbiológica do queijo colonial produzido a partir de leite cru e leite pasteurizado utilizando-se da pasteurização rápida nos períodos de tempo 0, 15 e 30 dias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ELABORAÇÃO DOS QUEIJOS

O leite foi obtido em boas condições higiênicos sanitárias em uma propriedade rural da cidade de Maringá-PR, foi transportado e mantido refrigerado até seu uso. Os queijos foram elaborados a partir de uma formulação padrão apresentada na tabela 1, onde metade dos queijos foram produzidos com leite pasteurizado e metade com leite cru. No caso da pasteurização o leite foi aquecido a 72ºC por 5 segundos e resfriado em banho de gelo. O processamento seguiu metodologia proposta por Lourenço e Furtado (1994), e os queijos ficaram armazenados em BOD a 4°C até o momento das análises. Todas as análises foram realizadas nos períodos de tempo de 0, 15 e 30 dias.

Tabela 1 - Formulação dos queijos

Ingredientes	Formulação (%)
Leite	98,45
Cloreto de cálcio	0,04
Cultura láctica	1,00
Sal	0,47
Coalho	0,05

2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Foram realizadas análises de mesófilos aeróbios, coliformes totais e termotolerantes, Escherichia Coli, Estafilococos Coagulase Positiva e Salmonella sp.

Para determinação de mesófilos aeróbios utilizou-se placas Petrifilm (3M Company, St. Paul, MN, EUA), após preparo das diluições, 1,0 mL foi inoculado em cada placa, seguindo as instruções do fabricante. Os petrifilmes foram incubados a 35ºC por um período de 24h, todas as colônias vermelhas foram consideradas como sendo mesófilos aeróbios. O resultado foi obtido pela contagem das colônias e expresso em UFC/g.

Para a análise de coliformes foram utilizadas placas Petrifilm (3M Company, St. Paul, MN, EUA). Diferentes diluições foram preparadas e 1,0 mL foi inoculado em cada petrifilm seguindo as instruções do fabricante. Após período de incubação (35ºC por 48h), colônias vermelhas e azuis com bolhas foram consideradas como sendo coliformes totais e apenas as colônias azuis foram consideradas como sendo Escherichia Coli. Todas as colônias foram contadas e os valores foram expressos em UFC/g.

Na determinação de Estafilococos Coagulase Positiva após preparo das diluições, 1,0 mL de cada amostra foi inoculado em duplicata em Ágar Baird-Parker com o auxílio de uma alça de Drigalski. As placas foram incubadas por 48 horas a 35°C, para o desenvolvimento das bactérias. Para o teste de coagulase positiva, selecionou-se 5 colônias (negras brilhantes com anel opaco e com um halo claro ou negras brilhantes sem halos), essas colônias foram transferidas para tubos de ensaio contendo soro fisiológico e plasma de coelho. Os tubos que apresentaram coagulação, após período de 5h de incubação em 35ºC, foram considerados positivos.

Para análise de Samonella sp. utilizou-se de um meio previamente enriquecido juntamente com suplemento próprio para análise de Samonella, 25g de cada amostra foram adicionadas ao meio e incubados em 41,5ºC por um período de 24h. Após esse período, 0,1 mL do meio enriquecido mais a amostra foram semeados em 10 mL de caldo Rapapport Vassiliadis e incubados a 41,5ºC por 8h. A partir desse caldo, foram estriados Petrifilm (3M Company, St. Paul, MN, EUA) previamente hidratados, seguido de incubação a 41,5ºC por 24h. As colônias típicas de salmonela foram submetidas a teste bioquímico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das amostras de queijo feito com leite pasteurizado (Tabela 2) variaram entre 9,1x105e 1x107 UFC/g e as amostras de queijo feito com leite cru (Tabela 3) variaram entre 6,6x106 e 1x108 UFC/g, para a contagem total de mesófilos, contagens consideradas bastante altas, principalmente para o queijo feito com leite cru.

As bactérias mesófilas fazem parte do grupo das bactérias capazes de se multiplicar entre temperaturas de 10ºC e 45ºC, tendo 30ºC como temperatura ideal. A maior parte dos contaminantes dos alimentos de origem animal fazem parte desse grupo, altas contagens de mesófilos são observados quando o alimento é mantido à temperatura ambiente. A quantidade de microrganismos aeróbios mesófilos encontrados em um alimento é um indicador direto da qualidade do mesmo ou do processamento ao qual ele foi submetido. A contagem dessas bactérias permite saber também a provável vida útil do produto e se ele está sendo armazenado em temperatura correta (SILVA, 2002).

A legislação não tem um padrão para contagem de mesófilos, porém quanto maior o número, menor será a vida útil do produto (PERRY, 2004).

Tabela 2 - Análise microbiológica de queijo colonial processado com leite pasteurizado

Tempo de maturação (dias)	Mesófilos aeróbios (UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/g)	Escherichia coli (UFC/g)	Estafilococos Coa. Positiva (UFC/g)	Salmonella sp.
0	9,1x105	3x101	Ausência	Ausência	Ausência
15	1,1x105	1x103	Ausência	Ausência	Ausência
30	1x107	>103	Ausência	Ausência	Ausência

Tabela 3 - Análise microbiológica de queijo colonial processado com leite cru

Tempo de maturação (dias)	Mesófilos aeróbios (UFC/g)	Coliformes Totais (UFC/g)	Escherichia coli (UFC/g)	Estafilococos Coa. Positiva (UFC/g)	Salmonella sp.
0	6,6x106	>103	$3x10^3$	Ausência	Ausência
15	2x107	>103	4x102	1x105	Ausência
30	1x108	>103	1x103	Ausência	Ausência

O grupo dos coliformes totais é composto por bactérias da família Enterobacteriaceae, essas bactérias são capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando submetidas a temperaturas entre 35 e 37ºC, por um período de 48 horas. Já os coliformes termotolerantes são capazes de suportar uma temperatura superior à 40°C. A presença dessas bactérias indica falha no processamento ou contaminação pós processamento, sendo portanto um indicador geral das condições higiênico-sanitárias. A presença de coliformes no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal, ao contrário da presença de Escherichia Coli, pertencente a esse grupo, cuja análise é utilizada como indicador de contaminação fecal (SILVA, 2007).

A RDC 12 classifica a contaminação de queijos de acordo com o grau de maturação, tanto queijos com baixa umidade (<36%) e queijos com alto teor de umidade (>55%) possuem limite de 500 UFC/g para coliformes. Como as análises foram realizadas em três períodos de tempo, houve diferença no teor de umidade das amostras, conforme os queijos foram passando pelo processo de maturação. A partir de análise prévia de todas as amostras, considerou-se o primeiro período de análise para queijos com alto teor de umidade, e o segundo e terceiro período para queijos com baixo teor de umidade.

Dentre as amostras analisadas, a única que apresentou valor abaixo do limite permitido pela legislação em relação aos coliformes foi a amostra de queijo feito com leite pasteurizado no tempo 0, todas as demais análises apresentaram valores superiores a 500 UFC/g, sendo portanto, impróprias para o consumo.

Em relação a Escherichia Coli, apenas as amostras feitas com leite cru apresentaram contaminação, em todos os períodos de tempo analisados, indicando portanto, contaminação fecal.

O fato do queijo ser feito com leite pasteurizado, não garante que ele não apresentará contaminação ao longo do tempo, visto também que o período de maturação foi inferior a 60 dias, após esse período, devido a acidez e a baixa umidade, considera-se um ambiente impróprio para o crescimento de bactérias patogênicas.

Silva e Silva (2013) ao avaliarem a qualidade microbiológica de amostras de queijo colonial na região de Francisco Beltrão-PR, detectaram que 50% das amostras estavam com valores superiores ao permitido pela legislação. Antonello (2012) encontrou valores superiores a $5x10^3$ UFC/g em 67,85% das amostras.

De acordo com a RDC 12, para queijos com baixa umidade, o limite para Estafilococos Coagulase Positiva é de 1.000 UFC/g e para queijos com alta umidade o limite é de 500 UFC/g. Nas amostras analisadas, apenas o queijo feito com leite não pasteurizado após 15 dias de maturação apresentou contaminação.

Nas pesquisas de Antonello (2012), 82,14% das amostras apresentaram valores superiores ao permitido por legislação, Silva e Silva (2013) não encontraram valores superiores ao limite.

Dentre as amostras analisadas nenhuma apresentou contaminação por Salmonella sp., estando dessa forma, todas (100%) em conformidade com a legislação. Oliveira (2011) e Silva e Silva (2013) também não encontraram contaminação por esse microrganismo, porém, nas pesquisas de Antonello (2012), 17,85% das amostras analisadas apresentaram contaminação.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa avaliou a qualidade microbiológica do queijo colonial processado com leite cru e leite pasteurizado. Devido as contagens acima do limite estabelecido pela legislação brasileira em quase todas as análises realizadas com o queijo feito com leite cru, não se indica este tipo de processamento com tempo de maturação de até 30 dias.

Também observou-se que a pasteurização rápida não é garantia para a não contaminação do queijo considerando um tempo curto de maturação, porém, em comparação com o queijo processado com leite cru, as contagens são muito menores, destacando-se a importância da pasteurização do leite para a produção de produtos lácteos.

REFERÊNCIAS

[1] Antonello, L., Kupkovski, A., & Bravo, C. C. (2012). Qualidade microbiológica de queijos coloniais comercializados em Francisco Beltrão, Paraná. Thema, 9(1), 1-6.

[2] ANVISA. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2001). Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos; resolução nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Diário Oficial da União.

[3] Aquarone, E., Borzane, W., Schmidell, W., & Lima A. L. de. (2001). Biotecnologia industrial (1. ed., v.4) São Paulo: Bluncher.

[4] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (1996). Portaria n°146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, sec.1, p.3977. Diário Oficial da União.

[5] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2013). Instrução normativa nº 30, de 07 de Agosto de 2013. Permite que os queijos artesanais tradicionalmente elaborados a partir de leite cru sejam maturados por um período inferior a 60 (sessenta) dias, quando estudos técnico-científicos comprovarem que a redução do período de maturação não compromete a qualidade e a inocuidade do produto, sec.1, p.19. Diário Oficial da União.

[6] Carvalho, M. M. (2015). A Agroindústria Familiar Rural e a Produção de Queijos Artesanais no Município de Seara, Estado de Santa Catarina – Um Estudo de Caso. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

[7] Furtado, M. M., & Lourenço-Neto, J. P. M. (1994). Tecnologia de queijos: manual técnico para produção industrial de queijos. São Paulo: Dimepar.

[8] Gazolla, M., & Schneider, S. (2015). Conhecimentos, produção de novidades e transições sociotécnicas nas agroindústrias familiares. Organizações Rurais & Agroindustriais, 17(2), 179-194.

[9] Kosikowski, F. (1997). Cheese and fermented milk foods (2. ed). Edwards Brothers

[10] Kottwitz, L. B. M., & Guimarães, I. M. (2003). Avaliação Microbiológica de queijos coloniais produzidos no estado de Paraná. Higiene Alimentar, 17(114/115), 77-80.

[11] Lucas, S. D. M., Tsuchiya, A. C., Souza, M., Mattana, A., & Pereira, C. (2008). Caracterização microbiológica de queijo colonial da região oeste do Paraná, In: V Encontro Nacional de Difusão Tecnológica. Medianeira-PR, Brasil.

[12] Oliveira, D. F. de. (2011). Estudo da interferência da sazonalidade na composição centesimal e qualidade microbiológica de queijos coloniais. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão.

[13] Ordõnez, J. A. (2005). Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal (v.2, 1. ed.). Porto Alegre: Artmed

[14] Perry, K. S. P. (2004). Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. Química Nova, 27(2), 293-300.

[15] Scott, R. (2002). Fabricación de queso (2. ed.). Espanha: Acribia, S.A

[16] Silva, F. D., & Silva, G. D. (2013). Análise microbiológica e físico química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados na microrregião de Francisco Beltrão. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão.

[17] Silva, J. G. (2007). Características físicas, físico-químicas e sensoriais de queijo de minas artesanal da Canastra. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

[18] Silva, M. C. da. (2002). Avaliação da Qualidade Microbiológica de Alimentos com a utilização de metodologias convencionais e Simplate. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Capítulo 4

Avaliação da formação de micropartículas de óleo de pequi em matrizes de goma de cajueiro e quitosana por coacervação complexa

Luana Carvalho da Silva
Marília Alves do Nascimento
Luana Guabiraba Mendes
Roselayne Ferro Furtado
Carlucio Roberto Alves
André Luiz Herzog Cardoso

Resumo: A goma de cajueiro (GC), por possuir composição química semelhante à goma arábica, tem um grande potencial econômico. Neste trabalho foi realizada uma avaliação da formação de micropartículas de óleo de pequi, tendo como material de parede a GC/quitosana (QT), utilizando o método de coacervação complexa, e como comparativo foi estudado também o complexo goma arábica(GA)/QT. Na primeira parte do trabalho foi realizado um estudo do processo de coacervação, ainda sem o óleo, com o objetivo de definir a proporção e o pH que seriam mais apropriados para a formação das micropartículas, por meio de análises de potencial zeta, espectrofotometria e rendimento. Por fim, foi realizada a avaliação da formação das micropartículas com o óleo de pequi por análise de microscopia óptica, tamanho de partícula e rendimento. Conclui-se que a matriz GC/QT foi adequada para o encapsulamento do óleo de pequi usando o método de coacervação complexa.

Palavras-chave: Goma de cajueiro, coacervação complexa, óleo de pequi.

1. INTRODUÇÃO

A coacervação complexa consiste na interação entre dois polímeros de cargas opostas, onde um complexo é formado ao redor de partículas do material ativo (núcleo), levando à formação de micropartículas (Alvim, 2005; Zuanon et al., 2013). É um método de microencapsulamento eficiente devida às possibilidades de liberação controlada baseada no estresse mecânico, variação de temperatura ou liberação modulada (Goiun, 2004). É geralmente utilizada para encapsular óleos aromáticos, protegendo da volatilização, oxidação, umidade e reações indesejáveis (Nori et al., 2011; Ducel et al., 2004).

Polissacarídeos são bastante utilizados como material de parede para a formação de micropartículas. Goma arábica é um dos mais empregados na indústria de alimentos apesar do alto custo e problemas de disponibilidade, assim, a busca por substitutos totais ou parciais para a goma arábica tem sido incentivada (Azeredo, 2005). Dentre os substitutos da goma arábica, está a goma de cajueiro devido a semelhança na composição química e ser um co-produto da cadeia produtiva do caju ainda sem valor agregado. Goma de cajueiro é um heteropolissacarídeo constituído de uma cadeia principal de D-galactose (72%) com ramificação de D-glucose (14%), arabinose (4,6%), ramnose (3,2%) e ácido glucurônico (4,7%) (de Paula e Rodrigues, 1995; de Paula et al., 1998). Aplicações envolvendo este polissacarídeo poderiam fortalecer a cajucultura e trazer benefícios socioeconômicos a região produtora (Cunha et al. 2009).

Outro polissacarídeo de grande abundância é a quitosana obtida principalmente a partir da desacetilação da quitina. Devido às características, tais como: atoxicidade, hidrofobicidade, biodegradabilidade, biocompatibilidade e atividade antimicrobiana, a quitosana vem sendo empregada na preparação de filmes, géis, microcápsulas/microesferas, sendo designadas para diversos fins em áreas tecnológicas, como por exemplo, a biotecnológica, de cosméticos e de processamento de alimentos (Filho et al., 2007).

Vários estudos realizados utilizando complexos de goma arábica e quitosana como material de parede na coacervação complexa geraram resultados positivos em relação a rendimento, eficiência de encapsulamento e estabilidade física das micropartículas (Butstraen; Salaun, 2014; Roldan-Cruz et al., 2016; Tan et al., 2016). Trabalhos recentes de microencapsulamento por coacervação complexa utilizam a goma de cajueiro como substituto da goma arábica com resultados satisfatórios (Gomez-Estaca et al., 2016; Comunian et al.,2016; Silva et al., 2017; Silva et al., 2018).

O pequi é um fruto produzido na região do cerrado brasileiro, importante fonte de vitaminas A e E. A partir da polpa e da amêndoa do fruto é extraído um óleo que apresenta grande versatilidade quanto ao seu uso, com aplicações que vão da culinária regional até a indústria cosmética, para a produção de sabonetes e cremes (Pianovski et al., 2008). O óleo da polpa também possuem efeitos anti-inflamatório, cicatrizante (Oliveira et al., 2015; Figueiredo et al., 2016) e redutor de colesterol (Miranda-Vilela et al., 2009; Figueiredo et al., 2016). O óleo é sensível às altas temperaturas, à presença de oxigênio, luz, metais, meios ácidos, atividade de água, enzimas e metaloproteínas (O'Brien, 2004), sendo desejável o uso de técnicas de encapsulamento para uma maior proteção. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a formação de micropartículas do óleo de pequi usando como material de parede goma de cajueiro/quitosana por coacervação complexa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

O exsudato foi coletado de plantas de cajueiro do Campo Experimental de Pacajus pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza, Brasil). O material foi triturado e em seguida, submetido a diversos processos de solubilização, filtração, precipitação em etanol e secagem, conforme descrito por Torquato et al. (2004). A goma arábica (GA) foi adquirida da JB Química Indústria e Comercio LTDA, e a quitosana (baixa massa molar) da Sigma-Aldrich. O óleo de pequi (Caryocar coriaceum Wittm.) foi obtido junto a produtores na cidade de Barbalha, no Cariri cearense, Brasil. Para o ajuste de pH foram utilizadas soluções aquosas de HCl (2M) e NaOH (2M).

2.2 DETERMINAÇÃO DAS PROPORÇÕES DAS MATRIZES ENCAPSULANTES

Foram preparadas soluções de goma de cajueiro (GC) 1% (m/v) e quitosana (QT) 1% (2% em ácido acético v/v) para análise do potencial zeta em função do pH (de 3,5, 4,0, 4,5 e 5,5). A partir dos resultados da análise do potencial zeta foi estimada a proporção de cada polímero e pH para a formação das

micropartículas (GC/QT e GA/QT) conforme procedimento dePrata e Grosso (2015). GA 1% (m/v) foi utilizada como controle nos experimentos em substituição a goma de cajueiro.

2.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COACERVAÇÃO

A proporção de cada componente da matriz encapsulante foi determinada de acordo com tópico 2.2. Soluções foram preparadas a partir de 100 mL de solução de QT (2% ácido acético v/v) homogeneizada em ultra turrax por 3 minutos a 10000 rpm. Em seguida, adicionou-se 100 mL da solução de GC e realizou-se a homogeneização por 3 minutos a 10000 rpm em ultra turrax. Por conseguinte, adicionaram-se 400 mL de água e homogeneização em ultra turrax. Após ajuste de pH, a solução foi submetida a refrigeração overnight para a precipitação dos coacervados. A solução foi submetida a análises de potencial zeta, rendimento e espectrofotometria.

Potencial zeta: Após o processo de coacervação, as amostras foram levemente homogeneizadas e realizadas as determinações de suas mobilidades eletroforéticas utilizando o instrumento de espalhamento de luz dinâmico, Zetasizer Nano ZS 3000, da Malvern Instruments, UK, operando com fonte de luz laser a 633nm.

Rendimento: Após o processo de formação dos coacervados, as amostras foram centrifugadas a 15.303xg por 10 min a 25 ºC, para retirada do excesso de água, e seca em estufa a 105°C. O rendimento foi calculado a partir da fórmula R=mi/m0 x 100, onde R é o rendimento em porcentagem, mi é o valor em gramas da massa seca e m0 é o valor em gramas da massa inicial (massa da goma+ massa da quitosana) (HUANG et al., 2012).

Espectrofotometria: A análise espectrofotométrica foi realizada antes e após a coacervação no comprimento de onda de 200 nm, a fim de avaliar a variação da turbidez da solução causada pela precipitação dos coacervados.

2.4 FORMAÇÃO DAS MICROCÁPSULAS COM ÓLEO DE PEQUI

Considerando as proporções de matrizes otimizadas para o processo de coacervação, foi adicionado o óleo de pequi em 100 mL de solução de GC, nas respectivas quantidades de 0,5 g, 0,75 g, 1 g, 2 g e 2,5 g, e homogeneização em ultra turrax por 3 minutos. Na sequência, 100 mL da solução de QT foi adicionada a emulsão e homogeneizada em ultra turrax a 10000 rpm por 3 minutos. Por fim, adicionou-se 400 mL de água à emulsão e homogeneizou-se novamenteem ultra turrax. O pH das emulsões foi ajustado, e estas foram refrigeradas (8ºC) por 24 horas para a precipitação dos coacervados. O mesmo procedimento foi realizado utilizando a GA como controle em substituição a GC. Após a precipitação foram analisados os rendimento, realizadas as análises por microscopia óptica e tamanhos médios de partículas.

Análise de Rendimento: Após o processo de formação dos coacervados as amostras foram centrifugadas a 15.303xg por 10min e 25ºC para a retirada do excesso de água, e secas em estufa a 105°C. O rendimento foi calculado a partir da fórmula R=mi/m0 x 100, onde R é o rendimento em porcentagem, mi é o valor em gramas da massa seca e m0 é o valor em gramas da massa inicial (massa da goma + massa da quitosana + massa do óleo) (HUANG et al., 2012).

Análise de Microscopia: Após o processo de formação dos coacervados foram retiradas alíquotas dos respectivos precipitados, depositados em lâminas escavadas e recobertas por lamínulas. As micrografias ópticas foram realizadas em um microscópio óptico Zeiss, acoplado a um sistema de obtenção de imagem digital através de câmera do tipo CCD.

Análise de tamanho de partícula: Após o processo de coacervação as amostras foram levemente homogeneizadas e o tamanho das micropartículas foi avaliado usando um instrumento de espalhamento dinâmico de luz Zetasizer Nano ZS 3000, da Malvern Instruments, UK, operando com luz laser a 633 nm. O tamanho foi calculado a partir da média dos picos de dispersão das partículas.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram realizadas em triplicata e os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste t-student para comparações de média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DAS MATRIZES ENCAPSULANTES

Uma das metodologias utilizadas para a determinação das proporções das matrizes encapsulantes é a avaliação da carga dos polissacarídeos (tabela 1). A determinação das proporções é baseada na neutralização das cargas opostas dos polímeros em cada pH. Assim, para GC e QT em pH 4,5 e 5,0 estabeleceram-se proporções de 22:1 e 28:1 (p/p) em pH 4,5 e pH 5,0, respectivamente. As interações entre a GA e QT podem ocorrer em toda a faixa de pH utilizada, sendo possível o uso de várias proporções dos polímeros. Contudo no presente trabalho, escolheu-se a proporção de 6:1 (pH 3,5) e 4:1(pH 4,0), sendo esta última de acordo com Butstraen e Salün (2014) o pH em que ocorre maior atração eletrostástica.

Tabela 1: Medida do potencial zeta (mV) das soluções de goma de cajueiro (1% p/v), goma arábica (1% p/v) e quitosana (1% p/v e 2% ácido acético v/v).

	Potencial zeta (mV)		
pH	Goma de cajueiro	Quitosana	Goma arábica
3,5	0,47	91,47	-14,23
4,0	3,11	72,90	-16,40
4,5	-2,09	45,76	-21,07
5,0	-1,55	42,73	-21,80
5,5	2,72	46,00	-23,17

2.2 ESTUDO DO PROCESSO DE COACERVAÇÃO

Após escolhidas as proporções das matrizes encapsulantes, foi realizado o processo de coacervação, ainda sem o óleo, a fim de selecionar apenas uma proporção para ser usada posteriormente no encapsulamento do óleo de pequi. Para um melhor rendimento dos coacervados, o potencial zeta deveria ser próximo à zero, pois nessa condição ocorre uma maior formação e precipitação do material.

Análise do potencial zeta das emulsões com as diferentes proporções dos polímeros foi realizada e o resultado está indicado na Tabela 2. Análise de variância dos valores de potencial zeta das proporções de GC/ QT não indicou diferença significativa ($p>0,05$). Contudo, no caso da GA/ QT, a diferença entre os resultados foi bastante significativa ($F= 31,84$), sendo o melhor resultado obtido para a proporção 6:1(p/p) em pH 3,5.

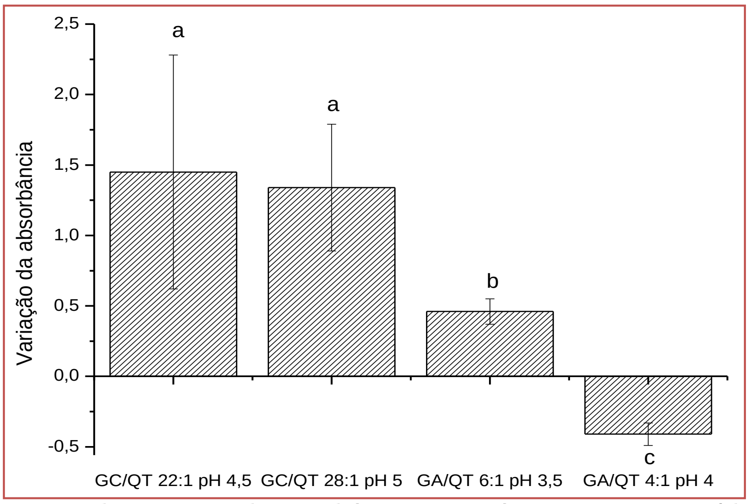
Tabela 2: Média dos valores do potencial zeta da goma de cajueiro/quitosana e da goma arábica/quitosana.

Tratamentos	Potencial zeta (mV)
Goma de cajueiro/quitosana 22:1 pH 4,5	3,16 ± 2,63a
Goma de cajueiro/quitosana 28:1 pH 5,0	3,38 ± 1,64a
Goma arábica/quitosana 6:1 pH 3,5	2,93 ± 1,59a
Goma arábica/quitosana 4:1 pH 4,0	24,86 ± 6,54b

Letras minúsculas iguais na mesma coluna indica que não houve diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

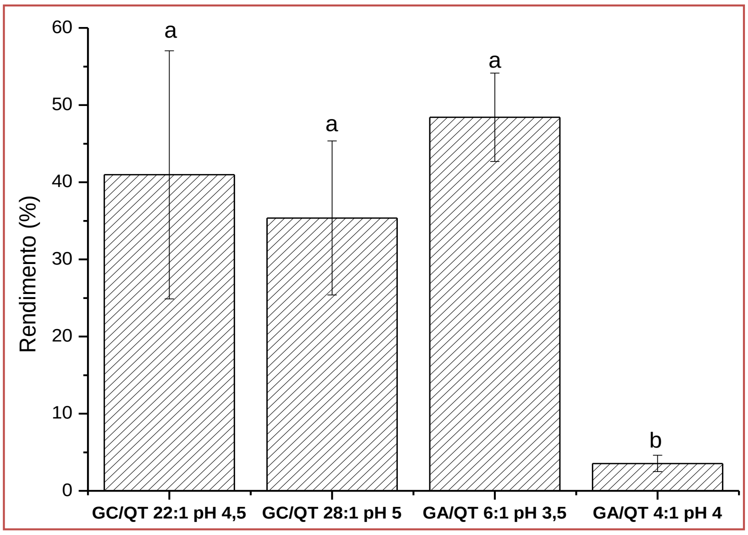
Os resultados obtidos a partir das análises espectrofotométricas (figura 1) e rendimento (figura 2) confirmaram as melhores condições para a formação do coacervados: GC/ QT 22:1 pH 4,5 e GA/ QT 6:1 pH 3,5. Sendo assim, estas condições foram escolhidas para o microencapsulamento do óleo de pequi.

Figura 1: Medidas da variação da absorbância realizadas antes e após a formação dos coacervados a partir de goma de cajueiro/quitosana (GC/Q) 22:1 pH 4,5; 28:1 pH 5,0 e da goma arábica/quitosana (GA/Q) 6:1 pH 3,5; 4:1 pH 4,0.



Letras minúsculas iguais indica que não houve diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

Figura 2: Medidas de rendimentos (%) dos coacervados de goma de cajueiro/quitosana (GC/QT) 22:1 pH 4,5; 28:1 pH 5,0 e da goma arábica/quitosana (GA/QT) 6:1 pH 3,5; 4:1 pH 4,0



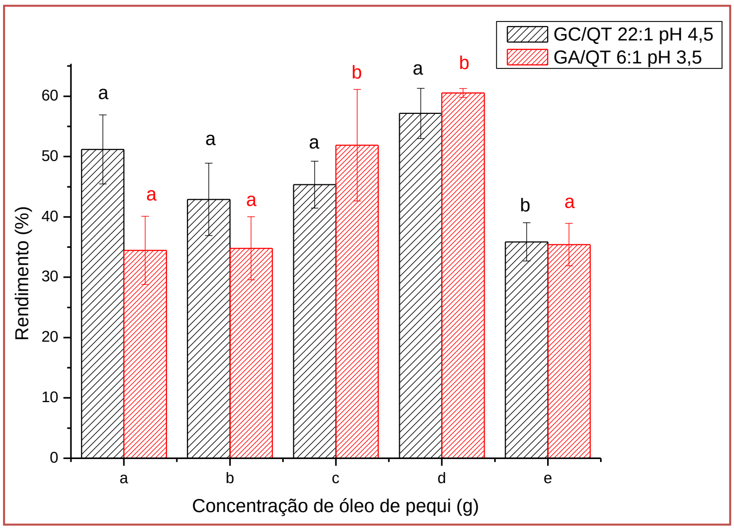
Letras minúsculas iguais indica que não houve diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

2.3 FORMAÇÃO DAS MICROCÁPSULAS COM O ÓLEO DE PEQUI

Para cada tratamento de GC/ QT e GA/ QT, foi realizado o microencapsulamento do óleo de pequi: 0,5 g, 0,75 g, 1,0 g, 2,0 g e 2,5 g. Na caracterização das micropartículas foram realizadas análises de rendimento, tamanho de partícula e microscopia óptica.

O rendimento dos coacervados é afetado pelas condições do processo de coacervação, notadamente pelas proporções dos biopolímeros e pH. Assim, os diferentes complexos pré-formados e otimizados foram utilizados como encapsulantes para o óleo de pequi, que foi empregado em diferentes quantidades, com o intuito de avaliar as condições ideais para se alcançar o maior rendimento (figura 3).

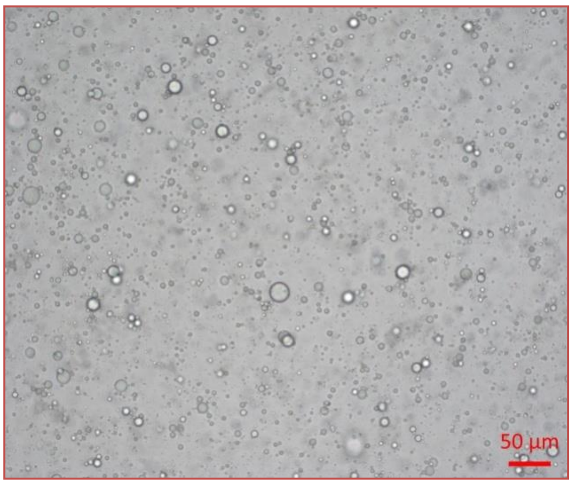
Figura 3: Rendimento das partículas de goma de cajueiro e quitosana (22:1) pH 4,5 e goma arábica e quitosana (6:1) pH 3,5 em função de variação na quantidade de óleo de pequi: a) 0,5 g, b) 0,75 g, c) 1,0 g, d) 2,0 g, e e) 2,5 g,.



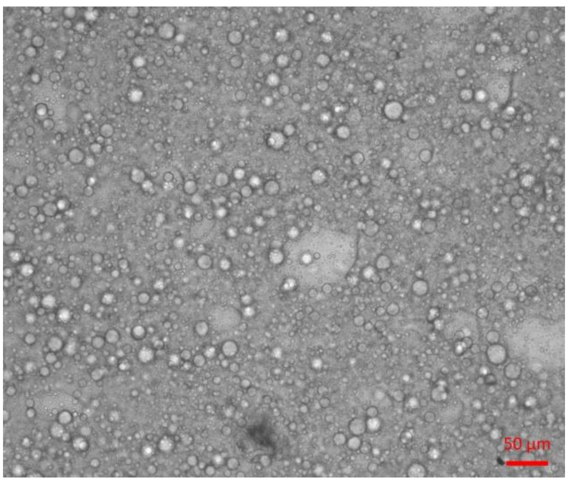
Letras minúsculas iguais e mesma cor indica que não houve diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância.

Analisando-se as médias do tratamento de GC/ QT, verificou-se que não houve diferença significativa no rendimento até a quantidade de 2,0 g do óleo de pequi, ocorrendo uma diminuição significativa quando usou-se a quantidade de 2,5 g. Este resultado pode nos levar a inferir que a concentração de 2,0 g é a quantidade máxima possível para a formação das micropartículas nas condições avaliadas. Para o complexo GA/ QT, as quantidades de 1,0 e 2,0 g foram as que tiveram valores significativamente maiores. Então, para a análise de microscopia óptica (Figura 4) foi escolhida a quantidade de 2,0 g de óleo de pequi para a formação das micropartículas. As micrografias obtidas comprovaram a formação das micropartículas de óleo de pequi pelo processo de coacervação complexa.

Figura 4: Microscopia óptica das micropartículas produzidas por coacervação complexa (aumento de 40x, barra representativa 50 μm) de a) goma de cajueiro/quitosana (22:1 pH 4,5) e b) goma arábica/quitosana (6:1 pH 4,5) com 2,0 g de óleo de pequi.



(a)



(b)

O tamanho médio das partículas correspondente ao complexo GC/ QT foi de 4,81 ± 0,47 µm. O complexo GA/ QT apresentou distribuição bimodal com tamanho das partículas e de 0,06 ± 0,014 µm (pico 1) e de 2,72 ± 0,65 µm (pico 2).

Estudos complementares realizados por Silva et al. (2017); Silva et al., (2018) recomendaram a secagem das partículas por liofilização e encontraram valores de eficiência de encapsulamento de 85,61% para o complexo GC/QT e 89,29% para o complexo GA/QT.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a matriz goma de cajueiro e quitosana foi adequada para o encapsulamento do óleo de pequi usando o método de coacervação complexa, tendo como comparativo a matriz de goma arábica e quitosana, podendo ser uma alternativa ao uso da goma arábica.

REFERÊNCIAS

[1] Alvim, I. D. (2005). Produção e caracterização de micropartículas obtidas por spray drying e coacervação complexa e seu uso para alimentação de larvas de peixes. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

[2] Azeredo, H. M. C. (2005). Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. Alimentos e Nutrição, 16(1), 89-97.

[3] Butstraen, C., Salaün, F. (2014) Preparation of microcapsules by complex coacervation of gum arabic and chitosan. Carbohydrate polymers, 99, 608–616.

[4] Comunian, T. A., Gomez-Estaca, J., Ferro-Furtado, R., Conceição, G. J. A., Moraes, I. C. F., Castro, I. A., Favaro-Trindade, C. S. (2016). Effect of different polysaccharides and crosslinkers on echium oil microcapsules. Carbohydrate Polymers, 150, 319-329.

[5] Cunha, P. L. R., Paula, R. C. M., Feitosa, J. P. A. (2009). Polissacarideos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. Quimica nova, 32(3), 649–660.

[6] De Paula, R. C. M., Heatley, F., Budd, P. M. (1998). Characterization of Anacardium occidentale exsudate polysaccharide. Polymer International, 45(1), 27-35.

[7] De Paula, R. C. M., Rodrigues, J. F. (1995). Composition and rheological properties of cashew tree gum, the exudate polysaccharide from Anacardium occidentale L. Carbohydrate Polymers, 26(3), 177-181.

[8] Filho, S. P. C., Cardoso, M. B., Signini, R. (2007). Propriedades e aplicações de quitosana. Revista de Processos Químicos, 2, 9-20.

[9] Ducel, V., Richard, J., Saulnier, P., Popineau, Y., Boury, F. (2004). Evidence and characterization of complex coacervates containing plantproteins: application to the microencapsulation of oil droplets. Colloids and Surfaces A: Physicochemical Engineering Aspects, 232(2-3), 239-247.

[10] Figueiredo, P. R. L., Oliveira, I. B, Santana-Neto, J. B., Oliveira, J. A., Ribeiro, L. B., Viana, G. S. B., Rocha, T. M., Leal, L. K. A. M., Kerntopf, M. R., Felipe, C. F. B., Coutinho, H. D. M., Menezes, I. R. A. (2016). Caryocar coriaceum Wittm. (Pequi) fixed oil presents hypolipemic and anti-inflammatory effects in vivo and in vitro. Journal of ethnopharmacology, 191, 87-94.

[11] Gomez-Estaca, J., Comunian, T. A., Montero, P., Ferro-Furtado, R., Favaro-Trindade, C. S. (2016). Encapsulation of na astaxanthin-containing lipid extract from shrimp waste by complex coacervation using a novel gelatin-cashew gum complex. Food Hydrocolloids, 61, 155-162.

[12] Gouin, S. (2004). Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. Trends in food science and technology, 15(7-8), 330–347.

[13] Huang, G. Q., Sun, Y. T., Xiao, J. X., Yang, J. (2012). Complex coacervation of soybean protein isolate and chitosan. Food Chemistry, 135, 534-539.

[14] Miranda-Vilela, A. L, Pereira, L. C. S., Gonçalves, C. A., Grisolia, C. K.. (2009). Pequi fruit (Caryocar brasiliense camb.) pulp oil reduces exercise-induced inflammatory markers and blood pressure of male and female runners. Nutrition research, 29(12), 850–858.

[15] Nori, M. P., Favaro-Trindade, C. S., Alencar, S. M., Thomazini, M., Balieiro, J. C. C., Castillo, C. J. C. (2011). Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation. LWT - Food science and Technology, 44(2), 429-435.

[16] O'Brien, R. D. (2004). Fats and oils: formulating and processing for applications. (2. ed) London: Crc Press.

[17] Oliveira, F. F. B., Araújo, J. C. B., Pereira, A. M. F., Brito, G. A. C., Gondim, D. V., Ribeiro, R. A., Menezes, I. R. A., Vale, M. L. (2015). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of Caryocar coriaceum Wittm. fruit pulp fixed ethyl acetate exctract on zymosan-induced arthritis in rats. Journal of ethnopharmacology, 174, 452-463.

[18] Pianovski, A. R., Vilela, A. F. G., Silva, A. A. S., Lima, C. G., Silva, K. K., Carvalho, V. F. M., Musis, C. R., Machado, S. R. P., Ferrari, M. (2008). Uso do óleo de pequi (Caryocar brasiliensis) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 44(2), 249-259.

[19] Prata, A. S., Grosso, C. R. F. (2015). Production of microparticles with gelatin and chitosan. Carbohydrate polymers, 116, 292–299.

[20] Roldan-Cruz, C. Carmona-Ascencio, J.; Vernon-Carter, E. J.; Alvarez-Ramirez, J. (2016). Electrical impedance spectroscopy for monitoring the gum arabic-chitosan complexation process in bulk solution. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 495, 125-135.

[21] Silva, L. C., Nascimento, M. A., Mendes, L. G., Barros, T. L. C. T., Furtado, R. F., Costa, J. M. C., Muniz, C. R., Cardoso, A. L. H. (2018). Microencapsulamento de óleo de pequi revestido com goma de cajueiro/quitosana por coacervação complexa seguida de secagem por spray drying ou liofilização. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 168.

[22] Silva, L. C., Nascimento, M. A., Mendes, L. G., Furtado, R. F., Costa, J. M. C., Cardoso, A. L. H. (2017). Optimization of cashew gum and chitosan for microencaosulation of pequi oil vy coacervation complex, Journal of Food Processing and Preservation, e13538.

[23] Tan, C., Xie, J., Zhang, X., Cai, J., Xia, S. (2016). Polysaccharide-based nanoparticles by chitosan and gum Arabic polyelectrolyte complexation as carries for curcumin. Food Hydrocolloids, 57, 236-245.

[24] Torquato, D. S., Ferreira, M. L., Sá, G. C., Brito, E. S., Pinto, G. A. S., Azevedo, E. H. F. (2004). Evaluation of antimicrobial activity of cashew tree gum. World Journal of Microbiology e Biotecnology, 20, 505-507.

[25] Zuano, L. A. C., Malacrida, C. R., Telis, V. R. N. (2013). Production of turmeric oleoresin microcapsules by complex coacervation with gelatin–gum arabic. Journal of Food Process Engineering, 36, 364-373.

Capítulo 5

Produção de micropartículas de quitosana com óleo de palma

Marcella Vitoria Galindo
Isabela dos Santos Paglione
Izabela Dutra Alvim
Carlos Raimundo Ferreira Grosso
Marianne Ayumi Shirai

Resumo: Dentre os óleos vegetais, o óleo de palma é o que apresenta maior concentração de carotenoides, que são suscetíveis a oxidação quando expostos ao oxigênio, luz e calor. A microencapsulação é uma alternativa que pode proteger esses carotenoides de agentes externos, promovendo a sua libertação sob condições específicas. Este trabalho teve como objetivo produzir micropartículas de quitosana com óleo de palma e determinar o diâmetro médio, a distribuição de tamanho, a eficiência de encapsulação e a morfologia por microscopia ótica. As micropartículas foram sintetizadas com sucesso pela técnica de gelificação iônica, com diâmetro médio variando de 4,89 a 7,57 µm. Entretanto, uma baixa eficiência de encapsulação e elevado índice de polidispersão foram obtidos, sugerindo que melhorias devem ser implementadas durante do processo de produção das micropartículas.

Palavras-chave: encapsulação; biopolímero; gelificação iônica.

1. INTRODUÇÃO

A quitosana é um polissacarídeo obtido a partir da desacetilação da quitina, composta por unidades de 2-acetamido-2-deoxi-D-glicopiranose e 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranose unidas por ligações do tipo β (1-4). O grupo amino (NH2) presente em sua estrutura, quando em meio ácido, apresenta cargas positivas devido à sua protonação (NH3+). Geralmente é encontrada em carapaças de crustáceos (caranguejo, lagosta e camarões) e insetos, podendo ser produzida também por fungos (Aspergillus niger, Mucor rouxii e Penecillium notatum) (Abdou et al., 2008, Elsabee e Abdou, 2013).

A quitosana possui grande potencial para ser utilizada na produção de embalagens alimentícias e como agente encapsulante de compostos bioativos lipofílicos como óleos essenciais e vitaminas (Hosseini et al., 2013). As micropartículas de quitosana podem ser produzidas pela técnica de gelificação iônica, que é baseada na interação eletrostática entre o grupamento amino da quitosana e as cargas negativas de um poliânion, como o tripolifosfato de sódio (TPP), formando um líquido-gel. Esta técnica se destaca pois as partículas são obtidas em condições que não envolvem o uso de solventes orgânicos potencialmente tóxicos e altas temperaturas de processo (Aouada, 2009, Calvo et al., 1997, Kumari et al., 2010).

A encapsulação de compostos bioativos tem representado uma alternativa viável e eficiente para elevar a estabilidade físico-química, proteger de interações com os ingredientes alimentícios, manter a bioatividade e permitir a sua liberação controlada no local desejado. Estudos relatam com sucesso a encapsulação de óleos essenciais de orégano, de Zataria multiflora, de Cinnamomum zeylanicum, carvacrol e óleo de palma em quitosana (Hosseini et al., 2013, Mohammadi et al., 2015a b, Keawchaoon eYoksan, 2011, Rutz et al., 2016).

O óleo de palma possui ampla aplicabilidade na área alimentícia e farmacêutica por apresentar propriedades nutricionais e antioxidantes devido a presença de tocoferol, carotenoide, fitoesterois, alguns compostos fenólicos e fitonutrientes (Teixeira et al., 2013). Desta forma, a sua encapsulação em quitosana pelo método de gelificação iônica, poderia proteger estas substâncias bioativas e evitar a exposição direta ao calor, luz, pressão e oxigênio durante o processamento de alimentos (Marfil, 2014, Hosseini et al., 2013).

No presente trabalho o objetivo foi produzir micropartículas de quitosana com óleo de palma por gelificação iônica e avaliar a eficiência da encapsulação, o tamanho médio e a morfologia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

As micropartículas foram sintetizadas utilizando-se quitosana de baixo peso molecular (Sigma Aldrich, EUA) com grau de desacetilação de 85%, tripolifosfato de sódio (Vetec, Brasil), ácido acético glacial (Synth, Brasil) e óleo de palma (Masterfoods, Brasil).

2.2 PRODUÇÃO DAS MICROPARTÍCULAS DE QUITOSANA COM ÓLEO DE PALMA

As micropartículas de quitosana com óleo de palma foi produzida de acordo com método descrito por Calvo et al. (1997) e Hosseini et al. (2013), com modificações. Inicialmente a quitosana (0,5 % p/v) foi dissolvida em solução aquosa de ácido acético (0,5 % v/v) sob agitação magnética por 1 hora seguida de mais 30 minutos de sonicação (Schuster, modelo L-100, Brasil). O pH da solução foi ajustado para 4,4 com NaOH 0,1 M.

Tween 80 (3,36 g, HLB 15,9) e óleo de palma (0,75 g e 1,50 g) foram adicionados em 150 mL de solução de quitosana e agitados com mixer (Philips Walita, Brasil) por 2 minutos para obter uma emulsão. Em seguida 75 mL do tripolifostato de sódio (0,4% p/v) foram gotejadas na emulsão e mantida sob agitação por 40 minutos. As micropartículas formadas foram coletadas por centrifugação (Thermo Fisher, EUA) a 9.000 rpm por 15 minutos a 25°C, lavada três vezes com água deionizada e secas em dessecador contendo sílica gel.

2.3 DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA ENCAPSULAÇÃO

Micropartículas de quitosana contendo óleo de palma (50 mg) foram misturadas em 4 mL de solução de HCl 2M e aquecida a 95°C por 30 minutos. Em seguida a mistura foi resfriada e adicionou-se 4 mL de

hexano para a extração do óleo. O sobrenadante foi coletado e o conteúdo do óleo de palma foi medido em espectrofotomêtro UV-Vis, em comprimento de onda de 440 nm. A quantidade de óleo de palma foi calculada a partir de uma curva de calibração do óleo livre misturado em hexano (y = 0,0004 x + 0,0637, R2 = 0,99). A eficiência da encapsulação (EE) do óleo de palma foi calculada com equação 1:

$$EE(\%) = \frac{quantidade\ total\ de\ azeite\ encapsulado}{quantidade\ inicial\ de\ azeite} \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

2.4 DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO E DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO

O diâmetro médio e a distribuição de tamanho das micropartículas foram determinadas por espalhamento de luz (Horiba, modelo LV950, Japão) com água destilada como meio dispersante. O diâmetro médio da partícula foi expresso em termos de volume médio (D4,3) e a polidispersidade foi dada pelo índice span, calculado com a Equação 2:

$$Span = \frac{D_{90} - D_{10}}{D_{50}} \text{ (Equação 2)}$$

onde: D10, D50 e D90 correspondem aos diâmetros referentes a 10, 50 e 90% da distribuição acumulada.

2.5 MORFOLOGIA

A morfologia das micropartículas foram avaliadas em microscópio ótico (Olympus, modelo BX41) acoplado com câmera digital (QCapture) para obtenção das imagens. As captações foram feitas em objetiva de 100X de aumento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As micropartículas de quitosana com óleo de palma foram sintetizadas com sucesso pela técnica de gelificação iônica. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados de eficiência da encapsulação (EE), diâmetro médio e índice de polidispersão (span) de micropartículas de quitosana com óleo de palma. A EE variou de 22,2 a 28,9%, sendo estes valores próximos ao observado por Keawchaoon e Yoksan (2011) em nanopartículas de quitosana com carvacrol, abaixo do reportado por Rutz et al. (2016) em micropartículas de quitosana/TPP com óleo de palma e β-caroteno e acima do encontrado por Hosseini et al. (2013) em nanopartículas de quitosana com óleo essencial de orégano. Uma proporção adequada de quitosana e TPP é um dos requisitos necessários para ter uma boa EE. Neste trabalho é possível que a quantidade de TPP adicionada na solução de quitosana não foi suficiente para realizar as ligações cruzadas, resultando numa baixa EE.

Tabela 1. Eficiência da encapsulação (EE), diâmetro médio e índice de polidispersão (span) de micropartículas de quitosana com óleo de palma

Amostra	EE (%)	D4.3	Span
Controle	-	5,84 ± 0,10	1,94 ± 0,14
M0,75	28,9 ± 0,76	7,57 ± 0,24	1,24 ± 0,08
M1,50	22,2 ± 3,58	4,89 ± 0,16	1,93 ± 0,08

O diâmetro médio das micropartículas (D4.3) variaram de 4,89 a 7,57 µm. Microcápsulas de óleo de palma obtidas por coacervação complexa em matriz de gelatina e goma arábica apresentaram diâmetro médio maior, variando de 97,1 a 689,1 µm (Marfil, 2014). O índice de polidispersão (representado pelo valor de span) das micropartículas de quitosana com óleo de palma foram elevados, ou seja, não houve homogeneidade quanto ao tamanho das amostras.

Na Figura 1 encontra-se as imagens de microscopia ótica das micropartículas de quitosana contendo óleo de palma. Foi possível identificar nas imagens de todas as amostras partículas maiores, algumas de tamanho bem reduzido e aglomeradas, que corroboram os valores do índice de polidispersão (span). Característica morfológica similar foi relatado por Rutz et al. (2016) em micropartículas de quitosana/carboximetilcelulose e quitosana/TPP contendo óleo de palma e β-caroteno, e os autores relacionaram a irregularidade das formas das micropartículas ao método de secagem (liofilização). Sendo assim, é possível que a forma como as micropartículas foram secas neste trabalho não foi adequada ou seria necessária a adição de um composto que evitasse a aglomeração das mesmas.

Figura 1 - Microscopia ótica das micropartículas de quitosana com óleo de palma.



Controle | M0,75 | M1,50

4. CONCLUSÃO

As micropartículas de quitosana com óleo de palma foram produzidas com êxito pelo método de gelificação iônica. Entretanto, um melhor controle do processo produtivo ainda é necessário com o objetivo de elevar a eficiência de encapsulação, obter partículas com tamanho mais homogêneo (menor polidispersidade) e assim viabilizar a sua aplicação em produtos alimentícios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro (Processo nº 445272/2014-7).

REFERÊNCIAS

[1] Abdou, E. S., Nagy, K. S. A., Elsabee, M. Z. (2008) Extraction and characterization of chitin and chitosan from local sources. Bioresource Technology, 99, 1359-1367.

[2] Aouada, M. R. (2009). Aplicação de nanopartículas em filmes utilizados em embalagens para alimentos (Tese de doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

[3] Calvo, P., Remuñán-López, C., Vila-Jato, J. L., Alonso, M. J. (1997) Novel hydrophilicchitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carriers. Journal of Applied Polymer Science, 63, 125–132.

[4] Elsabee, M. Z., Abdou, E. S. (2013) Chitosan based edible films and coatings: A review. Material Science and Engineering C, 33, 1819-1841.

[5] Hosseini, S. F.; Zandi, M.; Rezaei, M.; Farahmandghavi, F. (2013) Two-step method for encapsulation of orégano essential oil in chitosan nanoparticles: Preparation, characterization and in vitro release study. Carbohydrate Polymers, 95, 50-56.

[6] Keawchaoon, L.; Yoksan, R. (2011) Preparation, characterization and in vitro release study of carvacrol-loaded chitosan nanoparticles. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 84, 163-171.

[7] Kumari, A., Yadav, S. K., Yadav, S.C. (2010) Biodegradable polymeric nanoparticles based drug delivery systems. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 75(1), 1-18.

[8] Mohammadi, A.; Hashemi, M.; Hosseinini, S. F. (2015a) Chitosan nanoparticles loaded with Cinnamomum zeylanicum essential oil enhance the shelf life of cucumber during cold storage Determination of encapsulation efficiency and loading capacity. Postharvest Biology and Technology, 110, 203-213.

[9] Mohammadi, A.; Hashemi, M.; Hosseinini, S. F. (2015b) Nanoencapsulation of Zataria multiflora essential oil preparation and characterization with enhanced antifungal activity for controlling Botrytis cinerea, the causal agent of gray mould disease. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 28, 73-80.

[10] Marfil, P. H. M. (2014). Microencapsulação de óleo de palma por coacervação complexa em matrizes de gelatina/goma arábica e gelatina/alginato (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista, São Jose do Rio Preto.

[11] Rutz, J. K., Borges, C. D., Zambiazi, R. C., Rosa, C. G., Silva, M. M. (2016). Elaboration of microparticles of carotenoids from natural and synthetic sources for application in food. Food Chemistry, 202, 324-333.

[12] Teixeira, C. B., Macedo, G. A., Macedo, J. A., Silva, L. H. M., Rodrigues, A. M. da C. (2013). Simultaneous extraction of oil and antioxidant compounds from oil palm fruit (Elaeis guineensis) by an aqueous enzymatic process. Bioresource Technology, 129, 575-581.

Capítulo 6

Gelation capacity of Spirulina Platensis protein concentrate obtained by ultrasound and agitation extraction

Anne Luize Lupatini Menegotto
Lizana Emanuele Silva de Souza
Larissa de Oliveira Bispo
Sílvia Bernardi
Cristiane Canan
Eliane Colla

Resumo: A microalga Spirulina platensis é considerada uma fonte não convencional de proteínas devido a sua composição favorável deste nutriente (46 a 63%). Além disso, estudos vêm demonstrando que a fração proteica desta microalga pode apresentar importantes propriedades tecnológicas para a aplicação em alimentos, com possibilidade de aprimorar o seu processamento; sendo uma dessas propriedades, a gelificação. O objetivo deste trabalho consistiu na aplicação de um Planejamento Fatorial Fracionário (PFF) para avaliar os efeitos de quatro variáveis sobre a capacidade de gelificação do concentrado proteico de S. platensis, o qual foi previamente obtido por extração assistida por ultrassom e agitação mecânica. A análise dos efeitos do PFF permitiu definir as condições de gelificação do concentrado proteico de S. platensis e o gel com os melhores parâmetros foi submetido à avaliação do comportamento reológico e do perfil de viscosidade em função da temperatura. Conforme os resultados obtidos verificou-se que a gelificação das proteínas de S. platensis ocorre com pelo menos 12% de concentrado proteico e a formação do gel inicia-se em 70 ºC, ocorrendo até 90 ºC. Conforme a análise do comportamento reológico, pode-se determinar que o gel do concentrado proteico de S. platensis apresentou características de um fluido não-Newtoniano do tipo pseudoplástico. Este estudo evidencia a potencialidade das proteínas de S. platensis, as quais podem contribuir tecnologicamente na formulação de alimentos e facilitar o processamento industrial.

Palavras-Chave: Comportamento reológico; Gelificação; Potencial das microalgas; Propriedades tecno-funcionais de proteínas; Textura; Viscosidade.

1. INTRODUCTION

The high content of protein of the microalga Spirulina platensis is the main reason that consider it as unconventional source of protein (Soletto et al., 2005). This microalga is one of the richest protein sources from microbial origin, with 46 to 63% (Becker, 2007), higher levels than meat (16 to 22%) (Ordóñez et al., 2005) and soybeans (about 30%) (Jung et al., 2003). Besides that, S platensis protein has a high nutritional protein quality, with proportions of essential amino acids, vitamins, essential fatty acids and minerals (Lupatini et al., 2017b).

On the other hand, the tecno-functional properties of S. platensis protein are still little investigated. These properties may affect the processing and quality of food products, influencing on its acceptance (Sgarbieri, 1996). Among the techno-functional properties of proteins it should be mentioned the gelation properties; the gels formation occurs by development of interconnected networks, partly associated with polypeptides in which water is retained. Furthermore, protein gels are characterized by high viscosity, plasticity and elasticity (Kinsella, Melachouris, 1976). Most of protein gels are prepared by heating a concentrated protein solution; the gel formation starts with the soluble protein denaturation that expose the functional groups, such as hydrogen bonds and hydrophobic groups, which can form non-covalent bonds, resulting in the protein network (Damodaran et al., 2010).

According to the importance of gelation properties and the evident characteristics that proteins of S. platensis might present, the aim of this study was to apply a Fractional Factorial Design (FFD) to evaluate the effects of four independent variables (protein concentrate, pH, temperature and heating time) on gelation capacity of S. platensis protein concentrate previously obtained by sonication and mechanical agitation (Lupatini et al., 2017a).

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. S. PLATENSIS PROTEIN CONCENTRATE PRODUCTION

Dried S. platensis biomass was provided by University of Passo Fundo (UPF), Passo Fundo/RS. The microalga was cultivated in a pilot plant, in open 3,000 L raceway tanks, using 20% medium Zarrouk (1966). The cultures were maintained until the stationary phase of growth using natural luminosity, in a greenhouse with paddle agitation of 0.35 m.s-1 at 25–35 oC. S. platensis biomass was submitted to protein extraction according to the Lupatini et al. (2017a) procedure. Defatted biomass was suspended on purified water (30 g.L-1) and the pH was set on 9.0; the suspension was submitted to a sonication, using a ultrasound bath (Elmasonic, P60H, Germany) (37 kHz of frequency, 100% of amplitude, 30 oC and 35 min) and then to a mechanical agitation (Fisatom, 713D, Brazil) (80 rpm, 30 oC, 50 min), lastly the suspension was centrifuged (Hettich Routine, 420 R, Germany) at 7493 × g, 25 oC for 15 min.

The S. platensis protein concentrate was obtained with precipitation by the pH adjusted to 3.0, which is considered the isoelectric point (pI) of S. platensis proteins (Chronakis et al., 2000). The solution was left to precipitate (10 °C, 30 min), followed by centrifugation at 7493 × g (25 °C, 15 min). The precipitate was collected, washed three times with purified water and neutralized (pH 7.0). Next, the sample was frozen at −18 °C and lyophilized (Labconco, Freezone, USA) at an absolute pressure lower than 0.8 mbar for 48 h at 40 °C.

2.2 GELATION CAPACITY

The gelation capacity of S. platensis protein concentrate was performed applying a FFD 24-1 (3 center points, total 11 runs) to evaluate the effect of four independent variables: protein concentrate (m/v, %), pH, temperature (oC) and heating time (h). The matrix of the FFD with coded and real values for the studied variables is shown in Table 1.

The gelation capacity was performed considering the study by Benelhadj et al. (2016) with modifications. The runs were conducted in amber vials (15-mL) on total volume of 7.0 mL of sodium phosphate buffer (0.01 mol.L-1), as the pH and protein concentration levels proposed in Table 1. The samples were heated in a water bath (Novatecnica, NT245, Brazil) according to the temperature and times also indicated in the FFD matrix. The samples were left at cold (10 oC) for one hour. Finally, the samples were subjected to texture analysis in a texturometer (Stable Micro Systems, TA.HDPlus Texture Analyses, England) using probe P/6, 5.0 mm of compressing, pre and post-test speed of 60.0 mm.min-1, test speed of 30.0 mm.min-

1 and 0.1 g of trigger force. Thus, it was possible to determine the force of gel breaking (g) and deformation (mm) which were considered as responses of FFD.

2.3 RHEOLOGICAL BEHAVIOR

The rheological behavior was carried out according to the best gelation capacity condition of S. platensis protein concentrate (12.0% of protein concentrate, pH 8.0). The rheological behavior of the S. platensis protein concentrate suspension was determined at 30 °C using a Brookfield programmable LVDV-III Ultra and a digital concentric cylinder coup (Brookfield Engineering Laboratories Ins., USA), coupled to a thermostatic bath (Brookfield, TC-602D, USA) with an SC4-34 spindle, and a speed ramp rate between 0 and 30 rpm. The shear rate versus the shear stress was adjusted according to the Bingham, Casson, Herschel-Bulkley, and power-law models, presented in Eqs. (9), (10), (11) and (12) (Steffe, 1996):

$$\tau = \tau_o + \mu \cdot \gamma \quad (9)$$

$$\tau^{0.5} = K_1 + K_2 \cdot \gamma^{0.5} \quad (10)$$

$$\tau = \tau_o + K \cdot \gamma^{n} \quad (11)$$

$$\tau = K \cdot \gamma^{n}, \quad (12)$$

where τ is the shear stress (Pa), τ_o is the initial shear stress (Pa), μ is the plastic viscosity (Pa.s), γ is the shear rate (s–1), K is the consistency coefficient (Pa.sn) and n is the flow behavior index (dimensionless).

2.4 GEL VISCOSITY

The gel viscosity was carried out according to the gelation capacity results, using 12.0% of protein concentrate at pH 8.0. The samples were taken to a rotary rheometer digital concentric cylinders (Brookfield, LVDV-III Ultra, USA) coupled with a thermostatic bath (Brookfield, TC-602D, USA) with controlled temperature and using spindle LV-4. The speed was fixed on 30 rpm and the temperature was studied in the range of 30 to 90oC.

2.5 STATISTICAL ANALYSIS

The experiment design was performed randomly, and the data were analyzed with Statistica 11.0 software (StatSoft Inc., USA), which was also used to generate the response surface plots. The adequacy of the model was evaluated by the coefficient of determination (R2) and the F-test (analysis of variance (ANOVA)). The rheological behavior and viscosity plots were done using the OriginPro 7.0 program (OriginLab Corporation, USA).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 GELATION CAPACITY

The FFD matrix with the coded and real values of the variables studied and the responses of force and deformation are presented in Table 1. From the statistical analysis of this matrix, it was possible to calculate the effects of the four variables evaluated (Table 2).

Table 1 – FFD 24-1 matrix with coded and real value for the variables and responses to gelation capacity of S. platensis protein concentrate.

Run	x1a	x2b	x3c	x4d	y1e	y2f
1	-1 (4.0)	-1 (70)	-1 (2.0)	-1 (1.0)	1.16 ± 0.02	56.85 ± 0.57
2	+1 (12.0)	-1 (70)	-1 (2.0)	+1 (4.0)	1.50 ± 0.10	65.92 ± 2.97
3	-1 (4.0)	+1 (90)	-1 (2.0)	+1 (4.0)	1.05 ± 0.01	57.35 ± 0.71
4	+1 (12.0)	+1 (90)	-1 (2.0)	-1 (1.0)	3.23 ± 0.01	62.57 ± 2.69
5	-1 (4.0)	-1 (70)	+1 (8.0)	+1 (4.0)	0.73 ± 0.04	57.35 ± 0.71
6	+1 (12.0)	-1 (70)	+1 (8.0)	-1 (1.0)	2.97 ± 0.12	81.18 ± 4.40
7	-1 (4.0)	+1 (90)	+1 (8.0)	-1 (1.0)	0.75 ± 0.02	55.92 ± 0.52
8	+1 (12.0)	+1 (90)	+1 (8.0)	+1 (4.0)	3.57 ± 0.20	71.40 ± 0.63
9	0 (8.0)	0 (80)	0 (5.0)	0 (2.5)	1.01 ± 0.04	25.46 ± 0.58
10	0 (8.0)	0 (80)	0 (5.0)	0 (2.5)	0.95 ± 0.04	25.67 ± 0.71
11	0 (8.0)	0 (80)	0 (5.0)	0 (2.5)	1.00 ± 0.05	25.59 ± 0.33

a Protein concentrate (%); b Temperature (ºC); c pH; d Time (h); e Force (g) ± standard error;

f Deformation (mm) ± standard error.

Table 2 – Effect estimates for FFD 24-1 on force (g) and deformation (mm) of gels from S. platensis protein concentrate.

Factors	Force (g)				Deformation (mm)			
	Effect	Standard Error	t (6)	p - value	Effect	Standard Error	t (6)	p - value
Mean	1.63	0.23	7.21	0.0004*	53.21	7.02	7.58	0.0003*
Protein Concentrate	1.90	0.53	3.58	0.0117*	13.40	16.47	0.81	0.4470
Temperature	0.56	0.53	1.06	0.3304	-3.52	16.47	-0.21	0.8380
pH	0.27	0.53	0.51	0.6291	5.79	16.47	0.35	0.7374
Time	-0.32	0.53	-0.60	0.5721	-1.12	16.47	-0.07	0.9479

*$p \leq 0.10$.

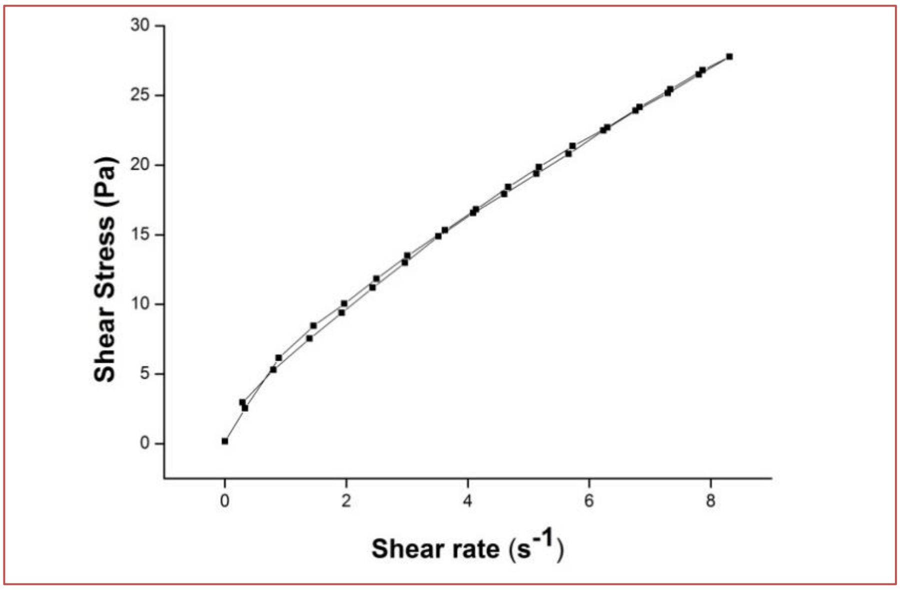
Only the protein concentrate showed significant effect ($p \leq 0.10$) over the response of deformation. This variable presented positive effect in the range studied (4.0 to 12.0%) to both responses, suggesting that higher percentage of the protein allowed the best characteristics of the gel. This effect can be explained by the need for high concentrations of proteins for the development of protein gel (Damodaran et al., 2010). The other variables did not present significant effects to gelation capacity, indicating that any value within the range studied resulted in similar values of the gelation capacity.

3.2 RHEOLOGICAL BEHAVIOR AND VISCOSITY OF THE GEL

Protein interaction with water can give information about the protein structure and its behavior in food systems. Thus, the rheological behavior of the S. platensis protein concentrate suspension was studied. The best condition of gelation capacity observed in FFD was with 12% of S. platensis protein concentrate and pH 8.0 (runs 6 and 8); at these conditions, the viscosity profile was evaluated. First, it was estimated the gel behavior (Figure 1) that may be considered a non-Newtonian fluid of the pseudoplastic type.

Pseudoplastic fluids suffer a reduction of the apparent viscosity as shear increases (Çengel, Cimbala, 2006).

Figure 1 – Rheological behavior of S. platensis protein concentrate gel.



In order to verify in which non-Newtonian model the experimental data fit, it was evaluated the coefficients of determination (R2) and chi-square (x2) for rheological models of Bingham, Cassom, Herschel-Bulkley and Power Law (Table 3). The Power Law model had the best fit to the data, the R2 was close to 1.0 and the x2 showed the lowest value. From this model it was found the consistency coefficient of the fluid, K = 6.24 ± 0.0652 Pa.sn and the comportment index, n = 0.70 ± 0.0058. As Steffe (1996), when the K is greater than zero and n has a value between zero and 1.0, the fluid can be considered as pseudoplastic.

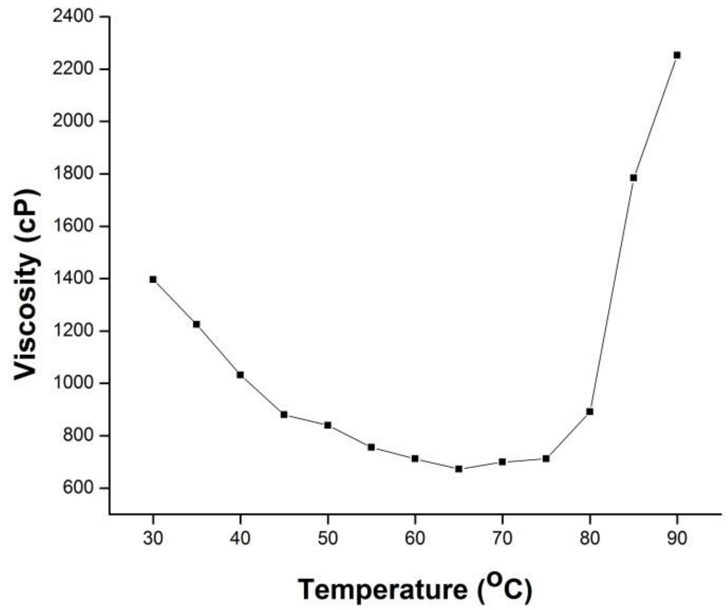
Table 3 – Coefficients of determination (R2) and chi-square (x2) from Bingham, Casson, Herschel-Bulkley and Power Law models evaluated for S. platensis protein concentrate gels.

Models	R2	x2
Bingham	0.9829	1.3155
Casson	0.9968	0.2477
Hersch-Bulkley	0.9996	0.0335
Lei da Potência	0.9996	0.0318

The viscosity versus temperature curve of S. platensis protein gel is presented in Figure 2. It is possible to observe that the viscosity decreases with increasing of the temperature; according Chronakis (2001) this is common to most proteins due to increase of kinetic energy. However, at 70 oC the viscosity increases again, possibly by the formation of the state “pro-gel” of the solution that is a result from the thermal denaturation of proteins (Damodaran et al., 2010).

Chronakis (2001) achieved similar results in comparison to this study; the author evaluated the viscosity of Spirulina protein concentrate dissolved in buffer solution with pH 7.5 and notes a decrease in viscosity from 10 to 50 oC and then an increase between 50 to 70 oC. Moreover, Zhang et al. (2013) reported the rheological behavior of suspensions containing the microalgae Chlorella and they could distinguish that at low microalgae concentrations the behavior was Newtonian and by increasing the concentration (above 0.7% m/v) the suspension began to behave as a non-Newtonian fluid.

Figure 2 – Curve of viscosity (cP) versus temperature from S. platensis protein concentrate gel.



4. CONCLUSION

In this study, a protein concentrate was obtained from S. platensis which showed potential to contribute with gel formation of food systems. The application of the FFD with four independent variables allowed to determine that only concentration of protein concentrate has significant effect on the gelation capacity. Also, it was possible to determine the rheological behavior of S. platensis protein concentrate gel, which was a non-Newtonian fluid of the pseudoplastic type. Therefore, S. platensis protein concentrate could be used as food ingredients in order to form gels and improve food processes. Future studies could extend this novel work by investigation the application of S. platensis protein concentrate as a food ingredient and evaluate its performance on food systems.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001. The authors also thank to Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for their financial support and DT fellowship, to UTFPR (Federal Technological University of Paraná) for their funding grants and to UPF (University of Passo Fundo) for the S. platensis biomass donation.

REFERENCES

[1] AOAC. (1998) Official methods of analysis of AOAC international (16. ed.). Estados Unidos: AOAC International.

[2] Becker, E. W. (2007) Micro-algae as source of protein. Biotechnology advances, 25, p. 207-210.

[3] Benelhadj, S., Gharsallaoui, A., Degraeve, P., Attia, H., & Ghorbel, D. (2016) Effects of pH on the functional properties of Arthrospira (Spirulina) platensis protein isolate. Food Chemistry, 196, 1056-1063.

[4] Chronakis, I. S. (2001) Gelation of edible blue-green algae protein isolate (Spirulina platensis strain Pacifica): Thermal transitions, rheological properties, and molecular forces involved. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 888-898.

[5] Chronakis, I. S., Galatanu, A. N., Nylander, T., & Lindman, B. (2000) The behaviour of protein preparations from blue-green algae (Spirulina platensis strain Pacifica) at the air/water interface. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 173, 181-192.

[6] Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2010) Química de Alimentos de Fennema (4. ed.). Porto Alegre: Artmed Editora S.A.

[7] Jung, S., Rickert, D. A., Deak, N. A., Aldin, E. D., Recknor, J., Johnson, L. A., & Murphy, P. A. (2003) Comparison of Kjeldahl and dumas methods for determining protein contents of soybean products. Journal of the American Oil Chemists' Society, 80, 1169-1173.

[8] Kinsella, J. E., & Melachouris, N. (1976) Functional properties of proteins in foods: A survey. Food Science and Nutrition, 7, 219-280.

[9] Ordóñez, J. A., Rodríguez, M. I. C., Álvares, L. F., & Sanz, M. L. G. (2005) Tecnologia de Alimentos (volume 2). Porto Alegre: Artmed.

[10] Lupatini, A, L., Bispo, L. O., Colla, L. M., Costa, J. A. V., Canan, C., & Colla, E. (2017a) Protein and carbohydrate extraction from S. platensis biomass by ultrasound and mechanical agitation. Food Research International, 99, 1028–1035.

[11] Lupatini, A. L., Colla, L. M., Canan, C., & Colla, E. (2017b) Potential application of microalgae Spirulina platensis as a protein source. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97, 724–732.

[12] Sgarbieri, V. C. (1996) Proteínas em alimentos protéicos: Propriedades-degradações-modificações. São Paulo: Varela.

[13] Soletto, D., Binaghi, L., Lodi, A., Carvalho, J. C. M., & Converti, A. (2005) Batch and fed-batch cultivations of Spirulina platensis using ammonium sulphate and urea as nitrogen sources. Aquaculture, 243, 217-224.

[14] Steffe, J. F. (1996) Rheological methods in food process engineering (2. ed.) Michigan: Freeman Press.

[15] Zarrouk, C. (1966) Contribution à l'étude d'une cyanophycée: influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de Spirulina maxima (Setch et Gardner) Geitler, Univerrsité de Paris.

[16] Zhang, X., Jian, Z., Chen, L., Chou, A., Yan, H., Zuo, Y. Y., & Zhang, X. (2013) Influence of cell properties on rheological characterization of microalgae suspensions. Bioresource Technology, 139, 209-213.

[17] Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006) Mecânica dos fluídos: Fundamentos e aplicações. São Paulo: Gisélia Costa.

Capítulo 7

Determinação do cloreto de sódio em uma amostra de queijo de uma agroindústria de laticínios do município de Santo Ângelo

Claudia Luisa Hahn
Isabel Renata Barth
Vanusa Andrea Casarin
Luis Cláudio Villani Ortiz

Resumo: A crescente busca por aprimoramento na qualidade dos produtos, bem como no aumento da renda das famílias rurais faz com que, cada vez mais, os produtores rurais procurem instalar em suas propriedades agroindústrias para beneficiarem a matéria-prima produzida em suas terras. O espírito empreendedor possibilita o sucesso nesse tipo de trabalho, uma vez que o próprio agricultor e seus familiares irão trabalhar desde o cultivo da matéria-prima, até o processamento e a venda aos consumidores. Dentre os setores que abrangem as agroindústrias, uma das alternativas é a produção de queijo, utilizando o leite ordenhado na propriedade para geração de trabalho e renda extra. Na produção de queijo, um ingrediente determinante no sabor e também na conservação do produto é o cloreto de sódio (sal). Além de essa substância proporcionar um diferencial no sabor do queijo e dos demais alimentos, deve-se observar os valores recomendados para a ingestão diária do mineral.

1 INTRODUÇÃO

A busca pela reversão das adversidades encontradas na vida rural faz com que agroindústrias de pequeno porte tornem-se uma alternativa de emprego e renda para os homens do campo, possibilitando dessa forma uma inclusão ou reinclusão socioeconômica. Conforme Deimling et al. (2015), o incentivo à agricultura familiar possibilita o desenvolvimento rural e oferece possibilidade de empregos na área rural e diminui a demanda por serviços e infraestrutura nos grandes centros urbanos.

Segundo Carvalheiro (2010), a agroindústria familiar pode ser entendida como unidade de processamento, de beneficiamento e de transformação de gêneros alimentícios situada nas propriedades rurais ou nos aglomerados próximos, sendo normalmente de propriedade de agricultor familiar, individualmente (família) ou em grupos (associações). A mão-de-obra utilizada para a realização das atividades produtivas, bem como o seu gerenciamento e administração, pertencem exclusivamente às famílias proprietárias. Pode ser caracterizada como um modelo alternativo de processamento e/ou transformação da matéria- prima pelos agricultores e seus familiares, a agroindústria favorece a superação do hábito dos agricultores produzirem e entregarem seus produtos in natura a terceiros para processamento e agregação de valor, possibilitando, dessa forma, a inclusão do produtor na cadeia produtiva.

Uma questão de grande importância está relacionada à localização das instalações das agroindústrias em meio rural, pois o mesmo favorece o aproveitamento da mão-de-obra familiar e da matéria-prima e rentabiliza os custos com transporte. Além disso, o espaço rural facilita o reaproveitamento dos resíduos oriundos do processo (PREZOTTO, 2002).

Neste artigo será analisado e determinado a porcentagem de cloreto de sódio em uma amostra de queijo provinda de uma agroindústria de Laticínios do Município de Santo Ângelo. Além disso, verificar se o mesmo se encontra dentro dos parâmetros estimados.

O Cloreto de sódio (sal) é uma substância sólida branca, que tem o objetivo salgar os alimentos deixando-os mais saborosos. Também é um dos conservantes mais antigos, tanto de uso doméstico como industrial, impedindo o desenvolvimento de microorganismos que deterioram os alimentos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Dentre as alternativas para a agricultura familiar, encontra-se a produção de queijos. De acordo com o Ministério da Agricultura (Portaria n° 146 de 07 de março de 1996), o queijo é o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. Além disso, entende-se por queijo fresco o que está pronto para consumo logo após sua fabricação. Já, o Queijo maturado é aquele que sofreu trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo. A denominação queijo está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea.

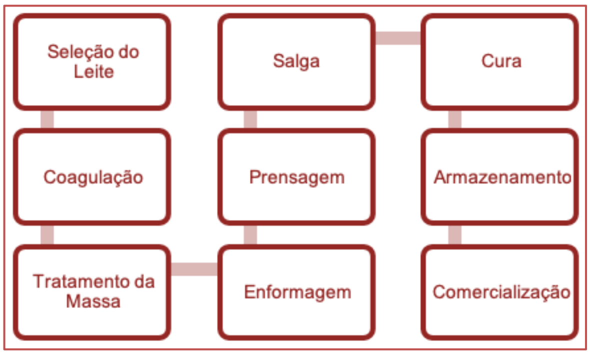
De acordo com o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), em 2013, a produção leiteira no Brasil foi de 35 bilhões de litros, e desta produção, cerca de 60% é destinada a fabricação de queijos, ilustrando a importância socioeconômica deste produto.

A Portaria n° 146 de 1996 do Ministério da Agricultura ainda define quais os ingredientes obrigatórios e opcionais na produção de queijos. Os ingredientes obrigatórios são o leite e/ou leite reconstituído (integral), semidesnatado, desnatado e/ou soro lácteo e o coagulante apropriado, podendo o coagulante ser de natureza física e/ou química e/ou bacteriana e/ou enzimática. Como ingredientes opcionais, incluem-se: cultivo de bactérias lácteas ou outros microorganismos específicos, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, caseína, caseinatos, sólidos de origem láctea, condimentos ou outros ingredientes opcionais permitidos somente conforme o previsto, explicitamente, nos padrões individuais definidos para variedade de queijo.

Considerando a necessidade de estabelecer critérios adicionais para elaboração de queijos artesanais, estabeleceu-se também a Instrução Normativa n° 57, de 15 de dezembro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Para garantir-se a qualidade dos produtos lácteos, deve-se utilizar leite de boa qualidade, sendo esta proveniente das condições de sanidade do rebanho, bem como da produção higiênica do leite. O estado sanitário dos animais, o local da ordenha e os seus equipamentos, os vasilhames, o armazenamento e conservação e o transporte do leite são etapas imprescindíveis na qualidade do produto, definindo dessa forma os níveis de qualidade dos produtos a serem processados. Ainda, segundo Docina Nutrição Ltda, as dependências da fábrica devem ser amplas e ventiladas com telas de arame nas portas e janelas para evitar quaisquer tipos de contaminantes. O prédio precisa ser isolado e destinado apenas à fabricação de laticínios, estando situado em lugar seco com disponibilidade de água para manejo das instalações. A Figura 1 representa o fluxograma simplificado para a fabricação de queijos.

Figura 1: Esquema simplificado do processo de fabricação de queijos



Fonte: www.queijosnobrasil.com.br

Durante a produção de queijos, a adição de sal tem fundamental importância, pois não é relacionada apenas ao sabor, mas o sal também atua significativamente no processo da cura, pois interfere nas reações bioquímicas e no desenvolvimento da flora láctica, além de ser um inibidor importante dos microrganismos indesejáveis. Após a imersão em salmoura, o sal é absorvido por osmose através da superfície externa dos queijos e distribui-se lentamente por todo o produto, levando este processo cerca de uma a três semanas, dependendo da umidade, do tamanho e do formato do queijo. Além disso, o sal no queijo tem efeito seletivo e inibidor da flora microbiana e também se caracteriza como um meio de controlar as fermentações e a maturação (ROCHA, 2004).

A Organização Mundial da Saúde recomenda que a ingestão diária de sal seja inferior a 05 gramas/dia. Ainda, é importante ressaltar que 1 grama de sal contem 400 mg de sódio (OPAS/OMS, 2012). Devido a mudança nos hábitos e padrões alimentares da população nos últimos anos, aumentou-se o consumo excessivo de produtos com alto índice de cloreto de sódio em sua composição. Esse excesso na alimentação pode favorecer uma série de doenças crônicas, como, por exemplo, a hipertensão e doenças cardiovasculares (BERTONCELLO e CINTRA, 2014).

O consumo do cloreto de sódio é fundamental para a saúde física, pois o sódio participa de funções básicas no corpo, como equilíbrio ácido/base, equilíbrio de água no organismo, contração muscular, impulsos nervosos, ritmo cardíaco, entre outros (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

3 METODOLOGIA

Com a finalidade de determinar-se o percentual de cloretos (sal) em amostras de queijo provindas de uma agroindústria, utilizou-se o método argentométrico, baseado na titulação dos cloretos contra nitrato de prata, precipitando sob a forma de cloreto de prata, em pH levemente alcalino. O método foi retirado do livro Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados (2010).

3.1 MATERIAIS

- Bureta de 25 mL;
- Erlenmeyer de 125 mL;
- Pipeta graduadas de 01 mL;

- Proveta de 50 mL;
- Solução de cromato de potássio a 5% (m/v);
- Solução de nitrato de prata 0,1 N.

3.2 PROCEDIMENTO

Transferiu-se o resíduo mineral fixo obtido previamente para o Erlenmeyer de 125 mL, utilizando cerca de 50 mL de água morna. Adicionou-se 1 ml de solução de cromato de potássio a 5% (m/v). Titulou-se com solução de nitrato de prata 0,1 N, até coloração vermelho-tijolo.

3.3 CÁLCULO DOS RESULTADOS

O percentual de cloretos do queijo pode ser calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\%NaCl = \frac{V\ x\ Nx\ f\ x\ 0{,}0584\ x\ 100}{m} \qquad (Eq. 1)$$

Onde:

V = volume da solução de nitrato de prata 0,1 N gasto na titulação, em mL;

N = normalidade da solução de nitrato de prata 0,1N;

f = fator de correção da solução de nitrato de prata 0,1 N;

m= massa da amostra, em gramas;

0,0584 = miliequivalente-grama do cloreto de sódio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo realizadas as titulações de precipitação em triplicata, obtiveram-se os seguintes resultados para os volumes de titulante gasto, descritos na Tabela 1:

Tabela 1: Volume de titulante gasto por amostra de queijo

Amostra	Massa da amostra in natura	Massa da amostra de resíduo mineral - cinzas (g)	Volume de titulante gasto (mL)
1	5,0431	0,1735	5,2
2	5,0076	0,1671	4,9
3	5,0849	0,1696	4,8

Fonte: Elaboração própria

Com esses resultados, obtiveram-se as médias das massas das amostras e dos volumes de titulante, que foram, respectivamente, 5,0452 g (in natura), 0,1701 g (cinzas) e 4,97mL. Os dados foram aplicados na Equação 1 e obteve-se o seguinte resultado:

$$NaCl = \frac{4{,}97\ x\ 0{,}1x\ 1{,}001\ x\ 0{,}0584\ x\ 100}{5{,}0452}$$

$$\%NaCl = 0{,}58\%\ na\ amostra\ in\ natura$$

$$\%NaCl = \frac{4{,}97\ x\ 0{,}1x\ 1{,}001\ x\ 0{,}0584\ x\ 100}{0{,}1701}$$

$$\%NaCl = 17{,}08\%\ no\ resíduo\ mineral\ (cinzas)$$

De acordo com Perry (2004), os queijos devem conter entre 0,5-2,0% de NaCl. Durante o procedimento de salga do queijo, parte da umidade é liberada, devido a diferença na pressão osmótica entre a salmoura e a massa, arrastando consigo soroproteínas, ácido láctico e minerais dissolvidos. Simultaneamente, ocorre a absorção do cloreto de sódio (NaCl) pelo queijo. Para que este equilíbrio funcione bem é necessário que a concentração da salmoura, o pH e o teor de cálcio estejam dentro dos limites apropriados. Entre as temperaturas de 10 -14°C, a concentração da salmoura deve ficar entre 18-23% de NaCl, mantendo um boa condição de dissolução para caseína, desse modo facilitando a absorção do sal e eliminação de bactérias patogênicas porventura presentes, evitando a contaminação.

Considerando os resultados encontrados, verifica-se que a porcentagem de cloreto de sódio presente na amostra de queijo proveniente de uma agroindústria de Laticínio de Santo Ângelo, está dentro do limite estabelecido por Perry (2004).

5 CONCLUSÕES

A iniciativa de produtores rurais em desenvolver a implantação de agroindústrias promove a integração social dos mesmos e possibilita geração de renda através de recursos disponíveis na propriedade. Além do mais, quando o produtor desenvolve um projeto de implantar uma agroindústria, ele melhora o controle da qualidade dos seus produtos e ainda aumenta suas chances de venda da mercadoria, pois, com certificação, é possível a oferta de seus produtos em mercados e supermercados, contendo selo de qualidade e inspeção. Verifica-se também que, para assegurar a qualidade dos queijos produzidos em agroindústrias, diversas análises químicas e físicas são imprescindíveis. Dentre elas, encontra-se a análise do teor de cloretos, na forma de cloreto de sódio. O resultado obtido na determinação do teor de cloreto de sódio em uma agroindústria do município de Santo Ângelo/RS foi de 0,58% no queijo in natura e 17,08% no resíduo mineral (cinzas). Segundo a teoria, os resultados encontrados estão de acordo com o estimado. O cloreto de Sódio (sal) é um componente fundamental pois este determina o sabor do produto e sua conservação, mas que deve ser observado pelos consumidores, pois, se consumido em excesso, pode causar prejuízos à saúde.

REFERÊNCIAS

[1] BERTONCELLO, Thais F.; CINTRA, Patricia. Análise da quantidade de cloreto de sódio utilizada no almoço de uma unidade de alimentação e nutrição em Dourados – MS. Interbio. n. 1, v. 8, p. 37-44. Dourados/MS, 2014.

[2] BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria n° 146 de 07 de março de 1996. Anexo 1 – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=43 44 >, Acesso em 12 nov. 2015.

[3] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 57 de 15 de dezembro de 2011. D.O.U., 16/12/2011 - Seção 1.

[4] CARVALHEIRO, E. M. A construção social de mercados para os produtos da agroindústria familiar. Porto Alegre, p. 17-191, 2010. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36384/000817135.pdf?sequence=1>, Acesso em: 08 set. 2015.

[5] CASTANHEIRA, A. C. G. Manual básico de controle da qualidade de leite e derivados – comentado.1 ed., cap. 4, p. 99-100. São Paulo: Cap-Lab, 2010.

[6] DEIMLING, M. F.; BARICHELLO, R.; BRAZ, R. J.; BIEGER, B. N.; CASAROTTO, N. F.

[7] Agricultura Familiar e as Relações na Comercialização da Produção. Interciência, vol. 40, n° 7, p. 440-447. Caracas/Venezuela, 2015. Disponível em: <http://www.interciencia.org/v40_07/440.pdf>, Acesso em: 10 set. 2015.

[8] DOCINA NUTRIÇÃO LTDA. Instalação e legalização de fábrica de laticínios. Juiz de Fora, MG. Disponível em: <http://www.queijosnobrasil.com.br/instalacao-e-legalizacao-de-fabrica-de- laticinios.html>, Acesso em 31 agos. 2015.

[9] FOOD INGREDIENTS BRASIL. Substituição de sódio nos alimentos. n. 25, p. 37-45. Disponível em: < http://www.revista-fi.com/materias/318.pdf>, Acesso em 10 nov. 2015.

[10] ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OPAS/OMS, 2012. Disponível em: < http://www.opas.org.br>, Acesso em 12 nov. 2015.

[11] PERRY, K. S. P. Queijos: Aspectos Químicos, Bioquímicos E Microbiológicos. Química Nova, Vol. 27, No. 2, 293-300, 2004 .

[12] PREZOTTO, L. L. Uma concepção de agroindústria rural de pequeno porte. Revista de Ciências Humanas, Florianópolis, n.31, p. 133-153, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revistacfh/article/view/25195/22152>, Acesso em: 31 agos. 2015.

[13] ROCHA, A. M. P. Controle de fungos durante a maturação de Queijo Minas Padrão. Santa Maria, p. 05-74, 2004. Disponível em: < http://cascavel.ufsm.br/tede/tde_arquivos/22/TDE-2007-11- 21T171458Z-1011/Publico/ANDREIAROCHA.pdf>, Acesso em 19 out. 2015.

[14] SEBRAE. Como montar uma fábrica de queijo artesanal (coalho e manteiga). Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-queijo- artesanal-(coalho-e-manteiga)>, Acesso em: 10 set. 2015.

Capítulo 8

Alterações químicas pós-colheita de cultivares de bananas do subgrupo prata

Genilson de Paiva
Mônica Ribeiro Pirozi
Bruna Magnago Bernabé

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações pós-colheita nas características químicas de cultivares de bananas, do subgrupo Prata ('Prata', 'Pacovan', 'Japira' e 'Vitória'), armazenadas sob refrigeração (16°C) e à temperatura ambiente, empregando métodos físicos (cor e firmeza), químicos (umidade e amido total) e físico-químicos (pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais). A temperatura foi determinante para as alterações avaliadas, afetando de forma diferenciada as taxas, os níveis e o padrão em relação às cultivares. 'Prata' e 'Pacovan' apresentaram maior velocidade das alterações nos níveis de pH e perda da firmeza e menor velocidade em relação à hidrólise do amido. Este estudo provê informações quanto ao potencial destas cultivares de bananas para o comércio in natura e o processamento.

Palavras-Chave: Musa spp; maturação, estocagem, amido e firmeza.

1 INTRODUÇÃO

A banana (Musa spp) é uma das frutas mais importantes do mundo, em relação à produção e comercialização. É o quarto produto agrícola mais importante para as nações em desenvolvimento, atrás de arroz, trigo e milho. O Brasil destaca-se em quarto lugar na produção mundial, depois da Índia, China e Filipinas (FAO, 2013), com cultivo em todos os Estados da Federação, com grande relevância socioeconômica, como fonte de renda para a agricultura familiar, gerando trabalho no campo e na cidade, contribuindo para o desenvolvimento das regiões de produção, sendo considerada uma cultura fixadora de mão-de-obra, com produção o ano todo, elevado rendimento por hectare, ciclo reduzido de cultura e que não pode ser colhida por meio mecânico (Salomão e Siqueira, 2015).

A pesquisa de novas cultivares resistentes a pragas, é crucial para a sustentabilidade da bananicultura e devem ser avaliadas em relação ao destino (consumo in natura ou industrialização).

As cultivares 'Vitória' e 'Japira' são híbridos tetraplóides (AAAB) gerados pelo Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, no Estado da Bahia, resultante do cruzamento de 'Pacovan' (AAB) com o diplóide M53 (AA). Possuem resistência às Sigatokas amarela e negra, ao mal-do-panamá e à antracnose em pós-colheita, além de sabor idêntico ao da 'Pacovan'. Estas vêm suprir a lacuna deixada pela ausência de uma cultivar do subgrupo Prata resistente à sigatoka-negra, que ameaça praticamente todo o território nacional (Ventura et al., 2011).

Frutos climatéricos, como a banana, são biologicamente muito ativos após a colheita, com trocas químicas associadas à transpiração, respiração, maturação e outras atividades bioquímicas (Hossain e Iqbal, 2016), resultando na hidrólise de amido a açúcares, trocas na cor da polpa e da casca, trocas na parede celular e trocas na concentração de ácidos e compostos voláteis (Hailu, et al., 2013).

As propriedades químicas mais utilizadas para avaliar a pós colheita da banana são o pH, a acidez total titulável (ATT), os sólidos solúveis totais (SST), os açúcares totais, redutores e não redutores, as substâncias pécticas e o teor de amido (Hailu, et al., 2013).

Muitos estudos têm mostrado que as características químicas das bananas são afetadas pelas cultivares, condições climáticas e de cultivo, pelo estágio e condições da maturação. Este trabalho visou avaliar as alterações químicas pós-colheita de quatro cultivares de banana do subgrupo Prata, sob estocagem a temperatura ambiente e refrigeração, por métodos físicos, químicos e físico-químicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As bananas do subgrupo Prata, das cultivares 'Prata', 'Pacovan', 'Japira' e 'Vitória', foram adquiridas na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), em Alfredo Chaves, Estado do Espírito Santo, Brasil, em abril de 2016.

Os cachos de banana foram colhidos no estágio 1 de amadurecimento (completamente verdes) e transportados para a o Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV.

As trocas químicas, durante a maturação pós-colheita (0, 3, 7, 10, 14 e 17 dias), das cultivares de banana armazenadas a temperatura ambiente (média de 27°C e 53% UR) e sob refrigeração (16°C e 43% UR) foram avaliadas por meio das seguintes análises:

- Cor: análise visual e classificação segundo escala de maturação de Von Loesecke (1950);
- Acidez total titulável em ácido málico (%): titulação com NaOH 0,1N (AOAC, 2002);
- Sólidos solúveis totais (°Brix a 20°C): refratômetro de bancada (Abbé), (AOAC, 2002);
- Índice de maturação (IM): razão entre o teor de SST e ATT;
- Potencial hidrogeniônico (pH): pHmetro digital (AOAC (2002);
- Umidade (%): estufa a 105°C até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 2008);
- Firmeza (N): empregando texturômetro TA XT Express (Tribess, et al., 2009);
- Amido Total (%): kit enzimático K-TSTA (Megazyme, 2014), empregando alfa-amilase termoestável e amiloglicosidase;

As alterações químicas foram avaliadas em dois experimentos (estocagem a temperatura ambiente e sob refrigeração a 16°C), segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em fatorial 4x7, sem

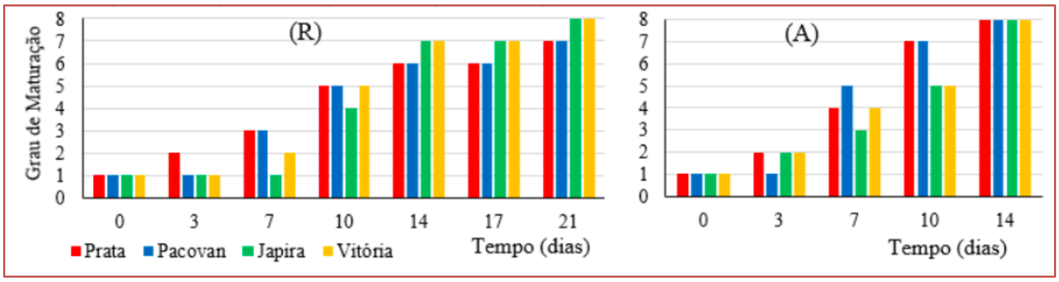
repetição: quatro variedades, avaliadas com 0, 3, 4, 7, 10, 14 e 17 dias de estocagem. Os resultados foram avaliados por uma análise de regressão, empregando software estatístico Minitab® (Minitab 17, 2014, versão de teste). Os coeficientes de regressão foram testados pelo teste t Student a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 mostram as alterações químicas das cultivares de banana durante a maturação, sob duas condições de estocagem: temperara ambiente (A), em média de 27°C, e sob refrigeração (R) a 16°C.

As mudanças gradativas na coloração da casca das cultivares de banana, à temperatura ambiente (Figura 1-A), indicaram que no 10o dia 'Prata' e 'Pacovan' atingiram estágio de maturação mais avançado que 'Japira' e 'Vitória' e no 14o dia todas apresentaram casca completamente escurecida, indicando estágio avançando de senescência, e não foram avaliadas a partir deste ponto. Sob refrigeração (Figura 1-R) 'Prata' e 'Pacovan' atingiram grau 7 de maturação no 21o dia, 'Japira' e 'Vitória' no 14o dia, sugerindo que estas foram mais susceptíveis aos efeitos deletérios de baixas temperaturas sobre a cor da casca.

Figura 1 - Cor da casca das cultivares de banana do subgrupo prata, durante a maturação, armazenadas a temperatura ambiente (A, média de 27°C) e sob refrigeração (R, 16°C).



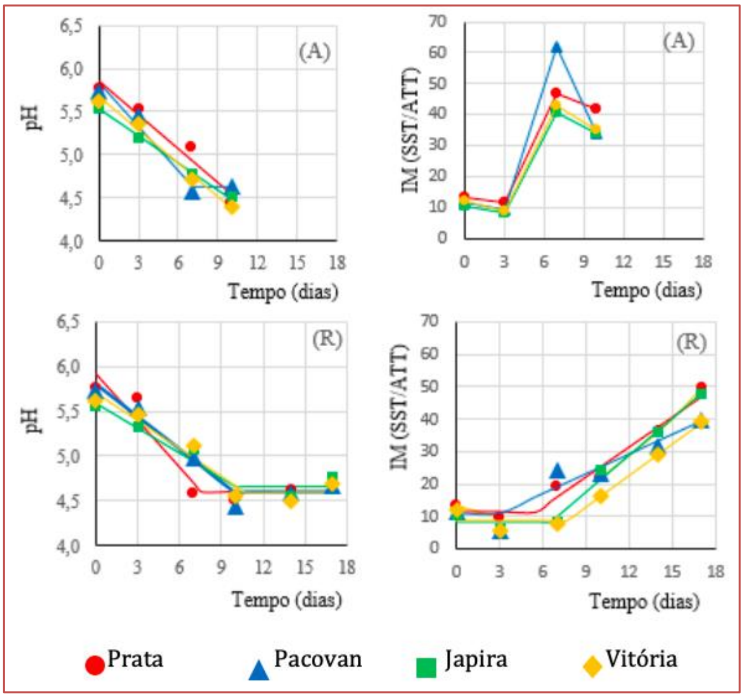
1- totalmente verde, 2- verde com traços amarelos, 3- mais verde que amarelo, 4- mais amarelo que verde, 5- amarelo com ponta verde; 6- amarelo; 7- amarelo com áreas marrons (Von Loesecke,1950) e 8 – mais marrom que amarelo.

A Figura 2 mostra, que apesar de haver pequenas diferenças em relação às cultivares quanto ao pH inicial da polpa, a velocidade de redução deste durante a maturação foi independente da temperatura de estocagem, atingindo valor final em torno de 10 dias, com exceção de 'Pacovan' (Figura 1-A) e 'Prata' (Figura 1-R), mantendo-se constante até o 17o dia, sob refrigeração.

Os resultados de ATT e de SST, foram empregados para determinar o IM, que se manteve estável inicialmente, com comportamento diferenciado em relação às condições de estocagem (Figura 2), com exceção da 'Pacovan' (Figura 2-R). Como destaca Zomo, et al., (2014), é comum ocorrer um ligeiro declínio no IM ao final da maturação (Figura 2-A), devido à possível utilização de ácidos orgânicos e outros compostos como substrato das reações catabólicas (senescência), embora este comportamento não foi observado sob refrigeração, até o 17o dia, corroborando com os resultados observados para a cor da casca.

O perfil descrito pelas cultivares quanto à umidade da polpa, estimado por regressão quadrática (Figura 3 – A e R), foi o mesmo para as diferentes temperaturas, com redução no início da maturação, que é devido às perdas por transpiração (Hailu, et al., 2013) e aumento no final, devido a migração de água da casca para a polpa, com o aumento da pressão osmótica gerada pelo acúmulo de carboidratos. Neste caso, as cultivares 'Prata' e 'Pacovan' apresentaram menor teor de umidade que 'Japira' e 'Vitória', ao longo de todo processo de maturação e consistiu na maior diferença observada entre as cultivares. Segundo Hailu, et al. (2013), aumento da umidade da polpa pode resultar em maior diluição dos compostos solúveis e afetar o sabor da fruta. Neste caso, em que as diferenças foram da ordem de 5%, é esperado um efeito sobre o rendimento no processamento da fruta por concentração ou desidratação.

Figura 2 - pH e IM(a) das cultivares de banana do sub-grupo prata, durante a maturação, estocadas a temperatura ambiente (A, média de 27°C) e sob refrigeração (R, 16°C).



Equações de regressão[b]:

'Prata'

$pH_{(A)}$= 5,86-0,13t; R^2=0,93
$pH_{(R)}$= 5,92-0,17t se t≤7,6; 4,6 se t>7,6; R^2=0,93
$IM_{(R)}$= 11,80 se t<5,4; 5,27 +3,09t se t≥5,4; R^2=0,97

'Pacovan'

$pH_{(A)}$= 5,83-0,17t se t≤7,09; 4,63 se t>7,09; R^2=0,96
$pH_{(R)}$= 5,81-0,12t se t≤10; 4,59 se t>10; R^2=0,97
$IM_{(R)}$= 10,80 se t<3,0; 4,68 +2,04t se t≥3,0; R^2=0,93

'Japira'

$pH_{(A)}$= 5,53-0,10t; R^2=0,99
$pH_{(R)}$= 5,60-0,09t se t≤10; 4,66 se t>10; R^2=0,93
$IM_{(R)}$= 8,46 se t<6,5; 16,21 +3,77t se t≥6,5; R^2=0,99

'Vitória'

$pH_{(A)}$= 5,66-0,13t; R^2=0,98
$pH_{(R)}$= 5,71-0,10t se t≤10,7; 4,60 se t>10,7; R^2=0,94
$IM_{(R)}$= 8,66 se t<7,7; 16,46 +3,27t se t≥7,7; R^2=0,98

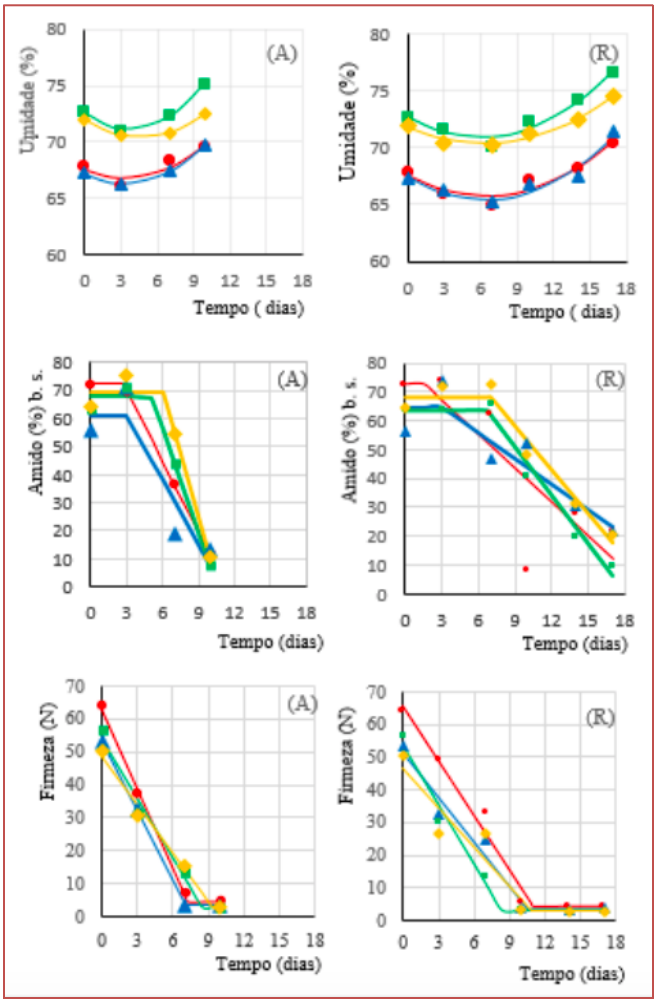
(a) Não houve regressão estimada para o IM a temperatura ambiente (A), e somente os pontos conectados por linhas;

(b) Equações de regressão, em função do tempo (t).

A Figura 3 mostra que as quatro cultivares apresentaram o mesmo padrão em relação à degradação de amido e perda da firmeza, independentemente da temperatura. O teor de amido manteve-se constante nos primeiros dias e hidrólise ao longo do tempo. Para a firmeza observou-se a queda constante desde o início da maturação e a estabilidade no final.

A hidrólise de amido a açúcares é uma das modificações químicas mais relevantes da maturação de bananas, pois é o principal componente da polpa de banana verde (Zomo, et al., 2014), após a água. Neste caso, observa-se que a velocidade de hidrólise é muito maior a temperatura ambiente, embora o início da hidrólise ocorra precocemente nas cultivares 'Prata' e 'Pacovan'. Um aspecto relevante é que o teor de amido final é praticamente o mesmo a temperatura ambiente para todas cultivares, porém à temperatura de refrigeração observa-se que 'Prata' e 'Japira' atingiram níveis superiores a 'Pacovan' e 'Vitória'.

Figura 3. Umidade, amido total e firmeza das cultivares de banana do subgrupo prata, durante a maturação, sob estocagem a temperatura ambiente (A, média de 27°C) e refrigeração (R, 16°C).



Equações de regressão[a]:

'Prata'

$U_{(A)}=67{,}51-0{,}46t+0{,}07t^2$; $R^2=0{,}51$
$U_{(R)}=67{,}49-0{,}55t+0{,}04t^2$; $R^2=0{,}84$
$A_{(A)}=72{,}46$ se $t<2{,}7$; $94{,}89-8{,}33t$ se $t\geq 2{,}7$; $R^2=0{,}99$
$A_{(R)}=72{,}46$ se $t<1{,}6$; $78{,}81-3{,}95t$ se $t\geq 1{,}6$; $R^2=0{,}69$
$F_{(A)}= 63{,}01-8{,}06t$ se $t\leq 7{,}2$; $4{,}66$ se $t>7{,}2$; $R^2=0{,}99$
$F_{(R)}=65{,}92-5{,}60t$ se $t\leq 11{,}0$; $4{,}14$ se $t>11{,}0$; $R^2=0{,}98$

'Pacovan'

$U_{(A)}= 67{,}21-0{,}50t+0{,}08t^2$; $R^2=0{,}98$
$U_{(R)}= 67{,}43-0{,}61t+0{,}05t^2$; $R^2=0{,}88$
$A_{(A)}= 61{,}05$ se $t<3{,}0$; $84{,}18-7{,}71t$ se $t\geq 3{,}0$; $R^2=0{,}87$
$A_{(R)}= 64{,}61$ se $t<3{,}0$; $73{,}49-2{,}96t$ se $t\geq 3{,}0$; $R^2=0{,}84$
$F_{(A)}= 53{,}59-7{,}13t$ se $t\leq 7{,}0$; $3{,}41$ se $t>7{,}0$; $R^2=0{,}99$
$F_{(R)}= 51{,}30-4{,}52t$ se $t\leq 10{,}6+3{,}42$ se $t>10{,}6$; $R^2=0{,}97$

'Japira'

$U_{(A)}= 72{,}6-0{,}78t+0{,}10t^2$; $R2=0{,}98$
$U_{(R)}= 72{,}65-0{,}59t+0{,}05t^2$; $R^2=0{,}90$
$A_{(A)}=68{,}16$ se $t<5{,}1$; $128{,}7-12{,}11t$ se $t\geq 5{,}1$; $R^2=0{,}99$
$A_{(R)}=63{,}56$ se $t<6{,}7$; $101{,}19-5{,}59t$ se $t\geq 6{,}7$; $R^2=0{,}98$
$F_{(A)}= 54{,}10-6{,}08t$ se $t\leq 8{,}5$; $2{,}74$ se $t> 8{,}5$; $R^2=0{,}99$
$F_{(R)}= 53{,}71-6{,}06t$ se $t\leq 8{,}4$; $2{,}90$ se $t>8{,}4$; $R^2=0{,}98$

'Vitória'

$U_{(A)}= 71{,}94-0{,}67t+0{,}07t^2$; $R^2=0{,}99$
$U_{(R)}= 71{,}72-0{,}44t+0{,}04t^2$; $R^2=0{,}96$
$A_{(A)}= 69{,}75$ se $t<6{,}0$; $157{,}97-14{,}75t$ se $t\geq 6{,}0$; $R^2=0{,}98$
$A_{(R)}=68{,}20$ se $t<7{,}0$; $103{,}53-5{,}05t$ se $t\geq 7{,}0$; $R^2=0{,}97$
$F_{(A)}= 48{,}55-4{,}93t$ se $t\leq 9{,}3$; $2{,}79$ se $t> 9{,}3$; $R^2=0{,}99$
$F_{(R)}= 46{,}97-4{,}06t$ se $t\leq 10{,}9$; $2{,}70$ se $t>10{,}9$; $R^2=0{,}85$

● Comum ▲ Pacovan ■ Japira ◆ Vitória

(b) Equações de regressão, em função do tempo (t).

A firmeza dos frutos, imediatamente após a colheita, variou de acordo com as cultivares e atingiu o mesmo nível no estágio final de maturação, porém em diferentes períodos tempo, o que constitui um dos fatores determinantes para sua vida de prateleira.

Segundo artigo de Hailu, et al. (2013), a perda de firmeza durante o amadurecimento é função da hidrólise de amido e dos componentes da parede celular, pectina e hemicelulose (não avaliados nesta pesquisa). Porém, a velocidade de hidrólise do amido a baixas temperatura é menor que a temperaturas elevadas e a hidrólise da hemicelulose não é afetada por este tratamento, o que pode justificar a diferença de comportamento observada entre as cultivares.

A análise conjunta dos resultados permite agrupar as cultivares 'Prata' e 'Pacovan', assim como 'Japira' e 'Vitória' com alterações pós-colheita semelhantes em relação à cor da casca e aos teores de amido e umidade. Assim, como é possível estimar que a vida de prateleira para 'Japira' e 'Vitória' a temperatura ambiente é maior que 'Prata' e 'Pacovan' e que apesar da velocidade das alterações químicas serem reduzidas sob estocagem a 16°C, é possível que 'Japira' e 'Vitória' possuam maior sensibilidade à injúria pelo frio. E que 'Japira' e 'Vitória' possuem maior potencial para processamento da fruta verde, pois mantiveram maior estabilidade do teor de amido independente da temperatura de maturação.

4 CONCLUSÕES

A temperatura de maturação é determinante para as alterações químicas da banana, podendo afetar as taxas, os níveis e o padrão de forma diferenciada em relação às cultivares. Neste estudo, foi possível concluir que as cultivares 'Japira' e 'Vitória' possuem maior estabilidade quanto ao teor de amido quando comparadas com 'Prata' e 'Pacovan'. 'Japira' e 'Vitória' apresentaram mudanças indesejáveis quanto à cor da casca sob refrigeração, o que sugere sensibilidade à injúria pelo frio, necessitando de maiores investigações.

AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER-ES, pelo fornecimento das cultivares de banana, ao Departamento de Tecnologias de Alimentos/UFV-MG pela disponibilização da estrutura laboratorial, e à FAPEMIG pelo apoio financeiro, para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. Gaithersburg, USA, 2000.

[2] FAO – Food and Agricultural Organizattion of United Nations. Food and Agricultural commodities production. FAOSTAT Agriculture. 2013. Disponível em: < http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso em: Maio de 2015.

[3] Hailu, M.; Workneh, T,S.; Belew, D. Review on postharvest technology of banana fruit. African Journal of Biotechnology. Vol. 12(7), pp. 635-647, February, 2013.

[4] Hossain, M.S.; Iqbal, A. Effect of shrimp chitosan coating on postharvest quality of banana (Musa sapientum L.) fruits. International Food Research Journal. 23(1): 277-283, 2016.

[5] Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

[6] Megazyme. Resistant starch assay procedure. 2008. http://secure.megazyme.com/downloads/en/data/K-RSTAR.pdf. Acesso em: fevereiro, 2015.

[7] MINITAB. Minitab Quality Companion. 2014: MINITAB 17: Statistical software. Disponível em: < http://www.minitab.com >. Acesso em: abril de 2016.

[8] Salomão, L.C.C.; Siqueira, D.L. Cultivo da Bananeira. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2015.

[9] Tribess, T.B.; Hernandéz-Uribe, J.P.; Mendéz-Montealvo, M.G.C.; Menezes, E.W.; Bello-Perez, L.A.; Tadini, C.C. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour produced at different drying conditions. LWT - Food Science and Technology. 42, p.1022–1025. 2009.

[10] Ventura, J.V.; Silva, S.O; Gomes, J.A.; Arleu, R.J.; Costa, H; Gasparotto, L; Pereira, J.C.R.; Pereira, M.C.N.; Pacova, B.E.V. Vitória e Japira – Novas cultivares de bananeira. Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. Vitória, ES. 2011.

[11] Von Loesecke, H.W. Bananas, 2nd ed. New York: Interscience Publishers. p.52-66, 1950.

[12] Zomo, S. A., Ismail, S.M.; Shah Jahan, M.; Kabir, K.; Kabir, M.H. Chemical Properties and Shelf Life of Banana (Musa sapientum L.) as Influenced by Different Postharvest Treatments. The Agriculturists. 12(2): 6-17, 2014.

Capítulo 9

Caracterização química e física de frutos do biribazeiro (Rollinia mucosa)

Edson Pablo Silva
Juliana Maria Valério Resende
Brigida Monteiro Vilas Boas
Jessica Nunes Ribeiro
Lucas S. Braga
Vania M. Alves
Laisa Gomes Dias
Francisca das Chagas do Amaral Souza
Jaime Paiva Lopes Aguiar
Clarissa Damiani
Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Resumo: O biribazeiro, pertencente à família das Anonáceas, e ao gênero Rollinia, seus frutos apresentam boas características sensoriais (cor, sabor e aroma), que lhes são peculiares. Este trabalho teve como objetivos a caracterização química e física em cinco estádios de desenvolvimento, de acordo com o teor de solídos solúveis, do biribá colhido no Sul de Minas Gerais. As seguintes análises foram realizadas: valores L*, a* b* (casca e polpa), firmeza (N), pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pectina total (PT) e solúvel (PS), açúcares totais (AST) e vitamina C. Incremento nos valores L*, a* e b* observados indicaram um amarelecimento da casca dos frutos durante o desenvolvimento. Para as variáveis de firmeza, pH, pectina total e vitamina C foi observado redução em seus valores, com inicio nos estádios 2 e 3 indicando o inicio da maturação dos frutos. Acidez titulável obteve aumento com o desenvolvimento dos frutos e observou-se um aumento significativo de açucares total e pectina solúvel a partir do 3º estádio de desenvolvimento, seguido de queda, sugerindo o inicio do processo de senescência nos frutos.

Palavras-chave: Pós-colheita; Desenvolvimento; Maturação

1 INTRODUÇÃO

Dentre as muitas espécies frutíferas encontradas no bioma Amazônico, o biribazeiro pertencente à família das Anonáceas, e ao gênero Rollinia merecendo destaque por apresentar frutos com boas características sensoriais, podendo ser utilizada como matéria-prima para fabricação de doces, sucos e geleias.

Dentro dos gêneros Annona e Rollinia, são várias as espécies que podem ser cultivadas para a produção de frutas com o consumo "in natura", principalmente em pomares domésticos. O gênero Rollinia diferencia-se do Annona por apresentar pétalas externas delgadas, na forma de asas (alas), dando à flor aparência de hélice, diferente do gênero Annona onde as pétalas externas são pendentes e grossas (Manica, 2000). A familia das Annonaceae apresenta um grande numero de espécies, a maioria nativa de regiões tropicais e subtropicais. Boa parte dos frutos produzidos por estas, possuem um grande interesse comercial em vários países (Medeiros et al. 2009).

O biribá, também conhecido como fruta-da-condessa, condessa ou beribá, que foi classificada como Rollonia mucosa (Jacq.). Bail é uma anonácea que se encontra em estado silvestre, tanto na América do Sul, do norte da fronteira do Brasil com o Peru, Guiana, tendo o seu cultivo praticado na América do Sul, Central e América do Norte (na Flórida), nas Antilhas e na região do Caribe. Sua árvore é considerada como uma espécie baixa e ramificada, podendo atingir um porte médio a grande, com 5,5 a 11,0 m de altura. O fruto é considerado como composto, de muitos carpelos unidos, à semelhança do abacaxi, conhecido como sincarpo, bacáceo, cheio de saliências piramidais, formados pelos ovários que se tornam carnosos e se soldam durante a maturação do fruto em forma de coração. Floresce de julho a setembro, frutificando de novembro a maio, podendo ser encontrado no decorrer do ano nas feiras populares A espécie Rollinia mucosa é encontrada em boa parte do Brasil devido ao clima que favorece o seu desenvolvimento (Manica, 2000).

Na literatura são encontrados trabalhos de caracterização referentes a familia das anonáceas como marolo (Silva et al. 2013; Damiani et al, 2011), graviola (Lima et al, 2010) e atemoia (Neves & Yuhara, 2003), mas não existem estudos em relação ao biriba.

O estudo do desenvolvimento e da maturação de seus frutos se torna importante para estabelecer ponto de colheita, e o desenvolvimento de tecnologias pós-colheitas que retardem o inicio da senescência, aumentando seu período de conservação, uma vez que os biribas apresentam boas características sensoriais.

O presente estudo teve como objetivos a caracterização química e física de biribás (Rollinia mucosa), em cinco estádios de desenvolvimento,provenientes de Itumirim, Sul de Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram obtidos de 30 exemplares da Rollinia mucosa homogênea quanto ao porte, situada em uma propriedade rural a 15km de Itumirim, Sul do estado de Minas Gerais, durante os meses de Novembro de 2010 a Janeiro de 2011 e agrupados em cinco estádios de desenvolvimento de acordo com o teor de sólidos solúveis, a saber: estádio 1 (2° a 5°Brix); estádio 2 (5,2° a 9,5°Brix); estádio 3 (9,6° a 14,5°Brix); estádio 4 (14,6° a 16,0°Brix); e estádio 5 (acima de 16,0°Brix). Para o agrupamento dos frutos, foi determinado o teor de sólidos solúveis da polpa usando refratômetro,,,, na polpa, no frutos separados em relação ao tamanho e assim de posse de resultados semelhantes detectados entre os frutos, foi feita a separação dos mesmos de acordo com o teor de sólidos solúveis apresentados acima. Os frutos foram lavados com detergente neutro e água corrente, para retirada de sujidades superficiais provenientes do campo, em seguida foram divididos em quatro lotes iguais por estádio, com 10 frutos em cada, representando as repetições e submetidos às análises apresentadas a seguir.

A firmeza foi determinada individualmente no fruto inteiro com casca na região equatorial, utilzando-se um texturômetro Stable Micro System modelo TATX2i, com sonda tipo agulha P/2N (2 mm de diâmetro), que mediu a força de penetração desta nos frutos, numa velocidade de 10mm/s e a uma distância de penetração de 10mm.

A coloração foi determinada em três pontos distintos da casca, e polpa dos frutos, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, Tokio, Japao, com a determinação no modo CIE L*a*b*. A coordenada L* varia de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a* pode assumir valores negativos e positivos, que correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente; a coordenada b*, varia de azul a amarelo, valores negativos e positivos, respectivamente.

Após separação do mesocarpo (polpa comestível), as amostras foram processadas em multiprocessador doméstico e realizadas as análises químicas, conforme metodologia descrita a seguir.

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (2010). A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1mol/L usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro digital Reichert AR 200 com compensação de temperatura automática a 20oC e os resultados expressos em °Brix, conforme a AOAC (2010).

O teor de ácido ascórbico após a oxidação a ácido dehidroascórbico foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

As pectinas, total e solúvel foram extraídas, após precipitação com álcool 80%, segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinadas espectrofotometricamente a 610 nm, segundo Bitter e Muir (1962), utilizando-se o carbazol como cromógeno e os resultados expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

Os açúcares solúveis determinados por espectrofotometria a 620 nm, pelo método de antrona (DISCHE1962), e expressos como grama de glicose por 100g de tecido.

As análises estatísticas (regressão) das variáveis físicas e químicas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

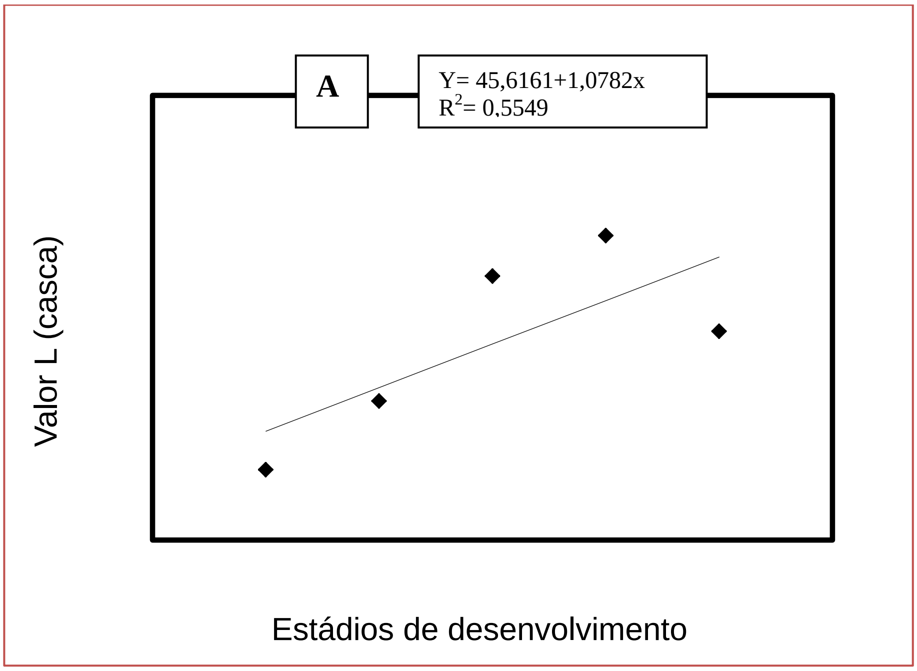
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

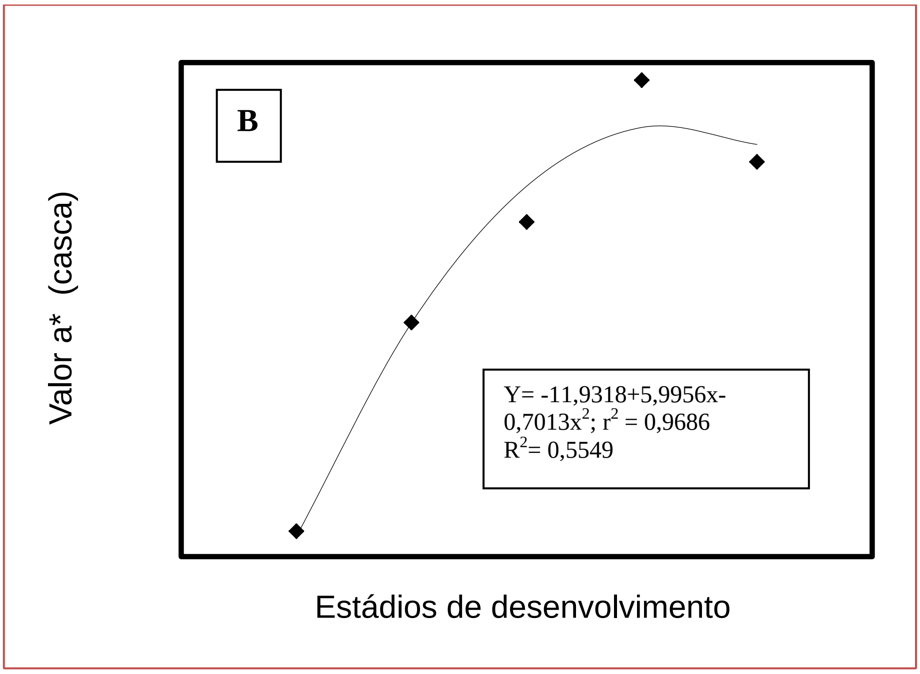
Todas as variáveis analisadas variaram significativamente ao longo do desenvolvimento ($p<0,05$) à exceção dos valores a* e b* na polpa dos frutos.

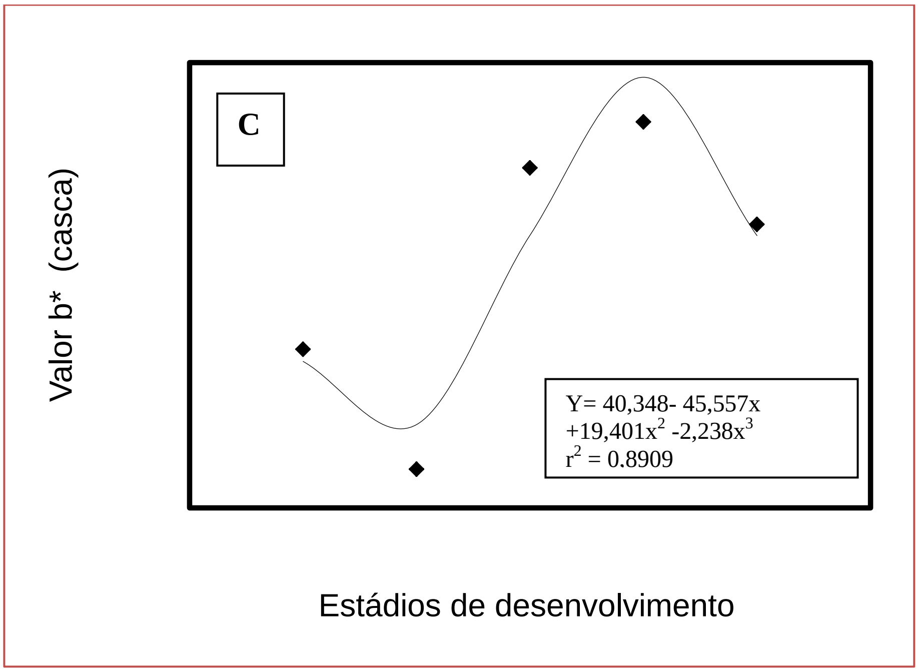
As variáveis L* a* e b* referentes à coloração da casca sofreram elevação durante o desenvolvimento dos frutos, notadamente entre os estádios 2 e 3, onde foi observado incremento nos valores a* e b*, que refletem a perda da cor verde e o amarelecimento dos frutos devido a síntese de carotenóides, os quais são responsáveis por tal característica (Figuras 1A; 1B; 1C).

As mudanças características iniciais do processo de maturação são a degradação da clorofila, bem como a síntese de outros pigmentos (Chitarra e Chitarra, 2005). Segundo Vilas Boas (2000), muitas mudanças nos pigmentos ocorrem durante o desenvolvimento, sendo a perda de clorofila (cor verde) e a síntese carotenóides (cores amarela e laranja), desejáveis em muitos frutos, nos frutos analisados neste experimento observamos a perda da cor verde e o aparecimento da cor amarela com o desenvolvimento.

Figura 1, evolução dos índices colorimétricos L* (A) a* (B) b* (C) da casca de frutos de biriba, em diferentes estádios de desenvolvimento

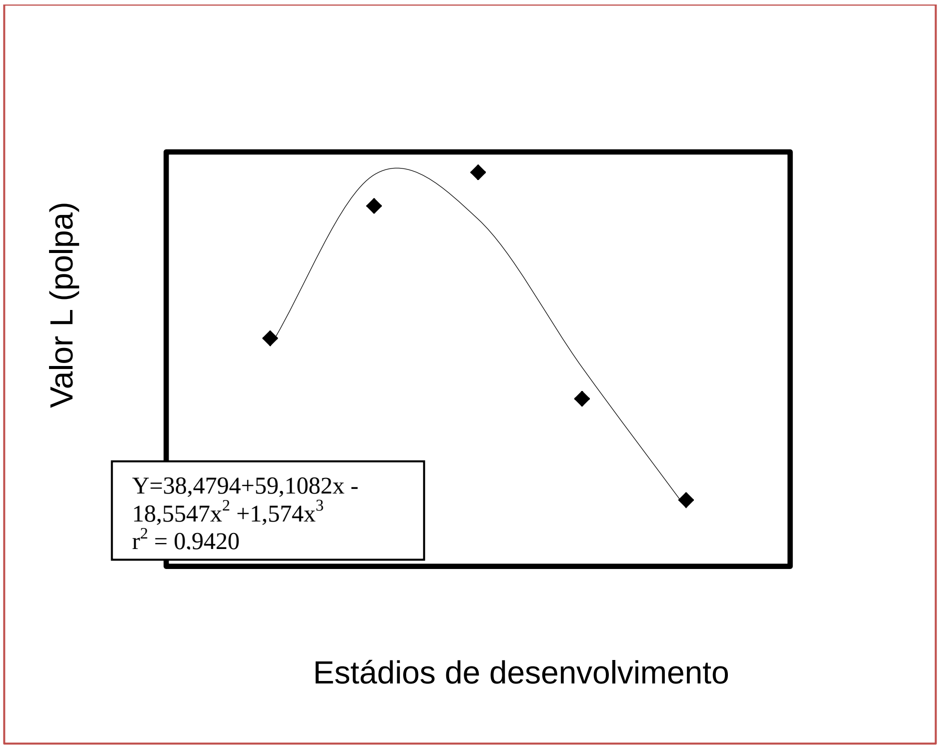






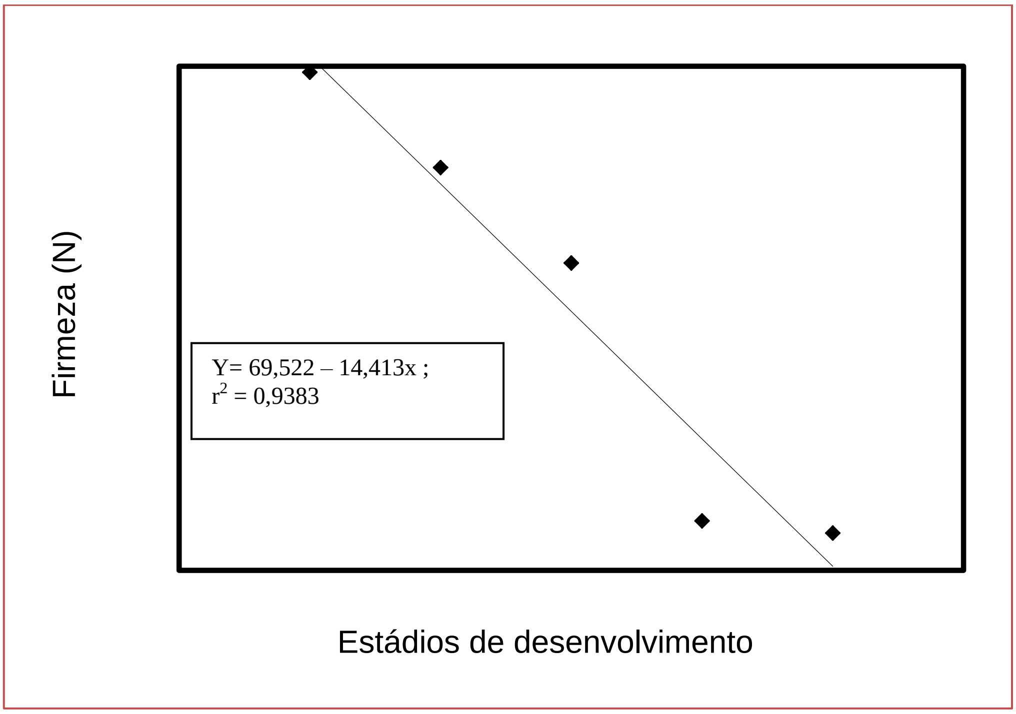
Para a polpa somente o valor L* foi significativo ($p<0,05$), com o desenvolvimento dos frutos uma vez que a cor da polpa não sofreu grandes alterações. Durante o desenvolvimento do biribá foi observado que a polpa que era branca ficou translúcida, e devido à presença da semente aderida, o escurecimento foi detectado na analise colorimétrica (Figura 2). Lima et al (2003) observaram resultados semelhantes em relação à cor da polpa estudar o comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola.

Figura 2; evolução dos índices colorimétricos L* da polpa de frutos de biriba, em diferentes estádios de desenvolvimento.



O desenvolvimento do biriba foi marcado pelo seu amaciamento notadamente entre os estádios 2 e 3 onde foi observado queda acentuada, seguida de estabilização (Figura 3). Esta diminuição na firmeza pode estar relacionada com a ação de enzimas pectinolíticas como a pectinametilesterase e poligalacturonase que atuam na desesterificação e hidrólise péctica causando o amaciamento. Lima et al (2003) reportaram resultados semelhantes ao estudar a qualidade pós-colheita de graviola. Lima et al (2010) estudando o comportamento respiratório e amaciamento da graviola após tratamentos com ceras e 1-MCP, relata que a mesma possui um fenômeno critico que sendo este relacionado com a perda de firmeza, mesmo após o tratamento. Segundo Silva (2009), com o estudo da gabiroba durante o seu desenvolvimento, a firmeza é uma das características da textura e é considerado um dos atributos mais importantes de qualidade dos frutos e corresponde ao grau de resistência dos tecidos vegetais a compressão.

Figura 3; evolução da firmeza de polpa dos frutos de biribá em diferentes estádios de desenvolvimento.



Com o desenvolvimento dos frutos de biribás foi observado o aumento na solubilização péctica (Figura 4A e B), o que o que pode ter contribuído na perda de firmeza dos frutos durante o desenvolvimento. Lima (2006) detectou um intenso amaciamento de graviolas (Annona muricata L.) ao estudar o comportamento pós-colheita destes frutos durante a maturação. Os resultados de pectina total e solúvel elucidaram a causa da queda na firmeza dos frutos durante o desenvolvimento, quando ocorreu a solubilização. Vilas Boas (2000) relatam que o processo de degradação de pectinas e outros polissacarídeos resultam no amaciamento dos frutos.

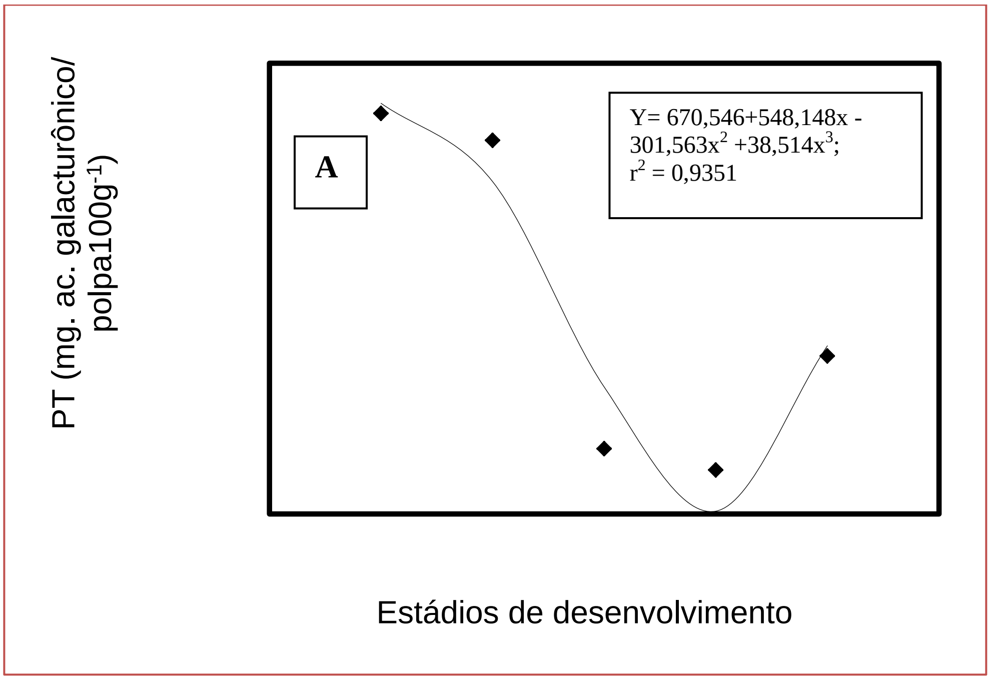
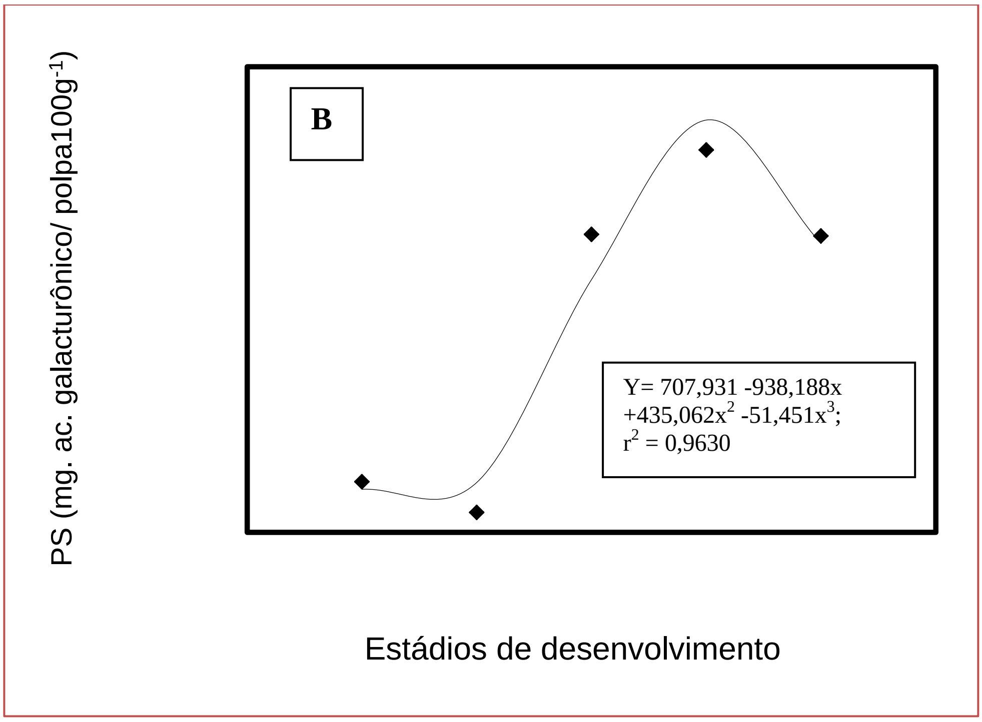
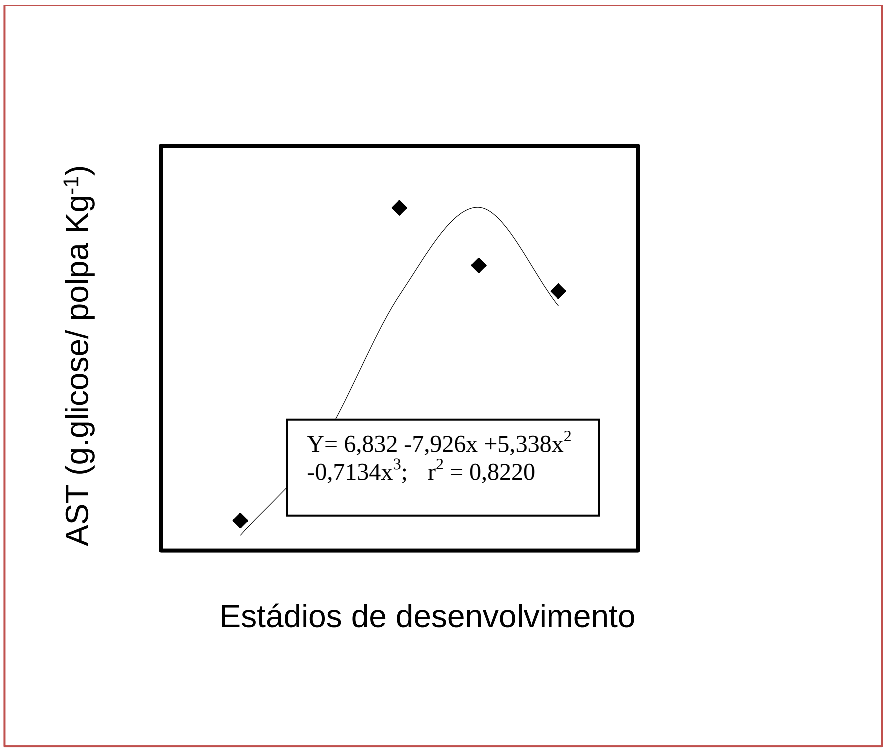


Figura 4, evolução dos teores de pectina total (A) e solúvel (B) de frutos de biriba em diferentes estádios de desenvolvimento



Com o desenvolvimento dos frutos foi observado incremento no teor de açúcar, sendo que o maior percentual observado foi entre os estádios 2 e 3 de desenvolvimento, seguido de redução (Figura 5). Os valores detectados neste estudo foram superiores aos valores encontrados por Sacramento et al (2003), ao estudar a caracterização química e física de três gravioleiras (Annona muricata).Com o processo de amadurecimento há um aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura, com a redução da acidez e da adstringência (Chitarra e Chitarra 2005).

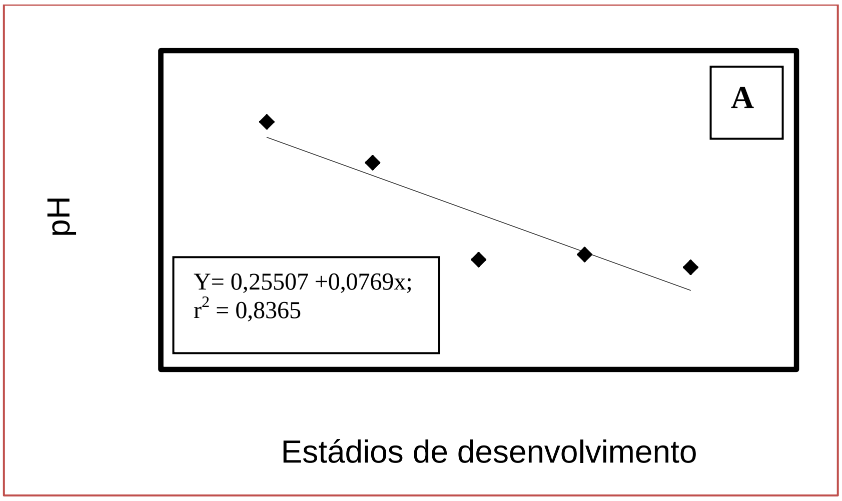
Figura 5; evolução dos teores de açúcares totais de frutos de biriba em diferentes estádios de desenvolvimento.

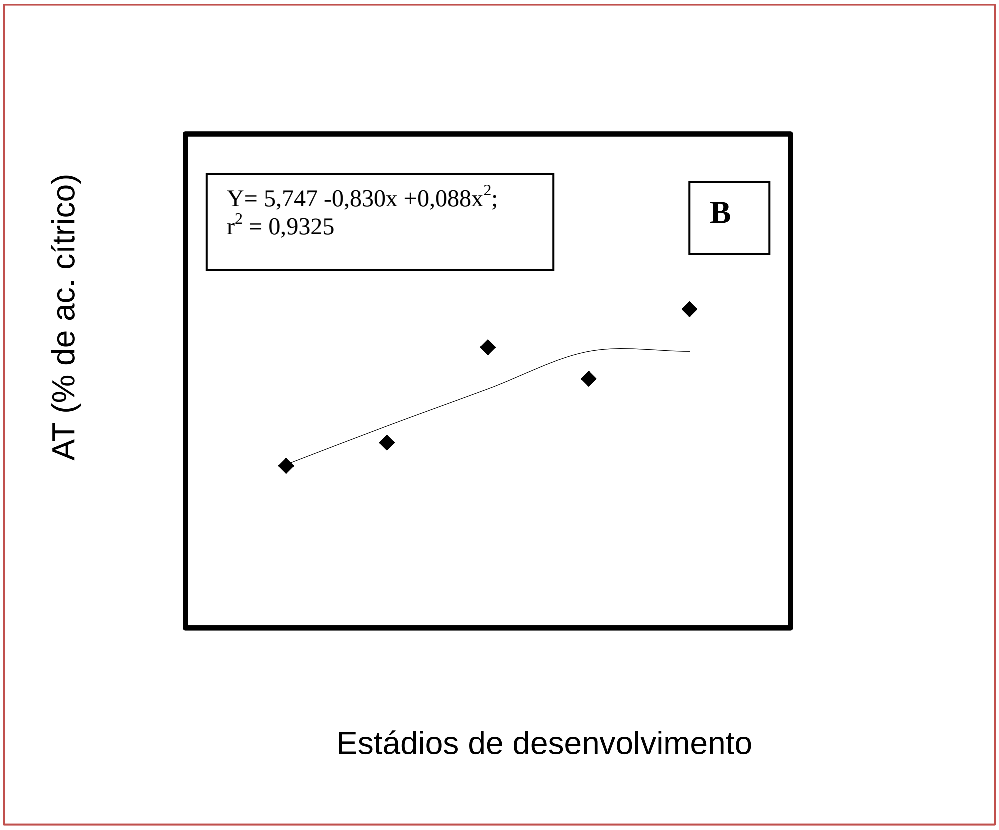


Observou-se redução nos teores de pH e elevação de acidez, (Figura 6A e B) durante o desenvolvimento dos biribas. Medeiros et al, 2009 estudando a caracterização físico química da atemoia em diferentes estágios de maturação encontrou valores semelhantes tanto para os dados de acidez (AT) quanto pH. Já Melo (2002) ao estudar a conservação de cherimóia refrigerada, encontrou valores superiores ao encontrados neste trabalho. Em relação á acidez titulável, os frutos de biriba apresentaram valores superiores aos encontrados pelo mesmo autor.

Gardiazabal & Cano (1999) relatam que a medida que o fruto se aproxima da sua maturidade, há um característico aumento na taxa respiratória, da síntese de hormônios e precursores do etileno, da degradação da parede celular e síntese dos açúcares a partir das reservas. Nesse período os ácidos orgânicos são usados como fonte de energia apressando o estado de maturação dos frutos, ocorrendo a queda do pH e conseqüente elevação da acidez.As figuras 6A e 6B abaixo demonstram os valore para pH e acidez titulável AT, para os frutos de biriba durante o desenvolvimento.

Figura 6; evolução dos teores de pH (A) e acidez (B) de frutos de biriba em diferentes estádios de desenvolvimento.

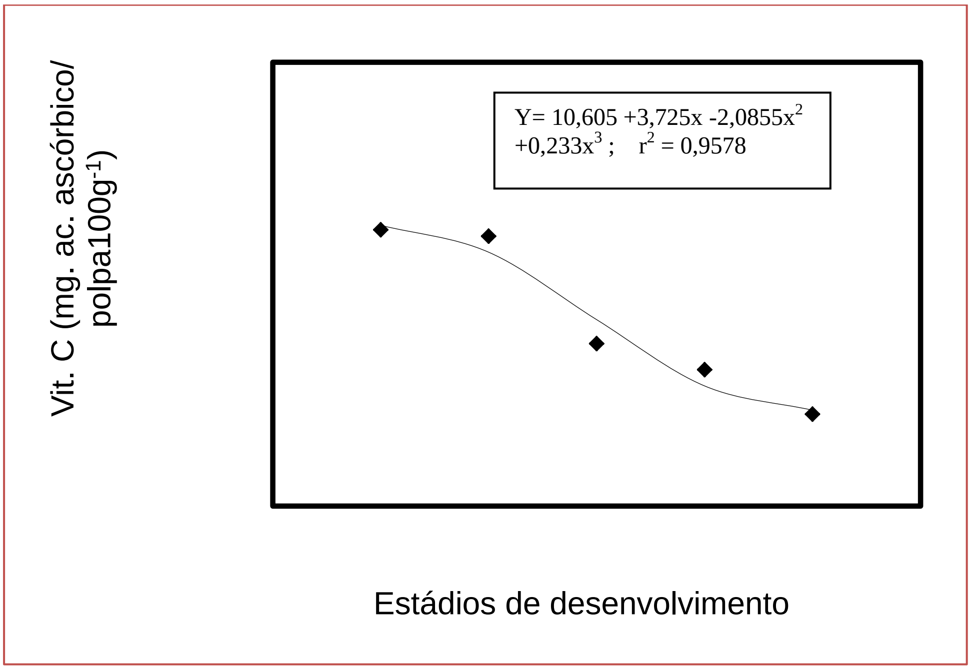




A vitamina C foi significativamente afetada (P<0,05) com o desenvolvimento dos frutos ocorrendo sua degradação com o desenvolvimento dos mesmos (Figura 7). Os valores encontrados, foram inferiores aos valores encontrados por Sacramento et al (2003), ao estudar a caracterização química e física de tres tipos de gravioleira (Annona muricata). Medeiros et al (2009) tambem reportou valores de vitamina C superiores ao encontrados em este trabalho, estudando a caracterizaçao fisico-quimica de frutos de atemoia em diferentes estágios de maturaçao. Comparando-se os resultados de vitamina C a outras frutas como ameixa vermelha, figo maduro e maçã o biribá apresentou valores semelhantes.

Smirnoff & Wheeler, 2000, relata que a vitamina C apresenta grande importância no metabolismo humano, uma vez que tem a capacidade de atuar nos processos de oxidação celular, por meio da liberação de hidrogeno, capturando os radicais oxidativos prevenindo aparecimento de enfermidades como o câncer. Nos vegetais, esta participa em uma variedade de processos bioquímicos como a fotossíntese, foto proteção, crescimento y expansão da parede celular, entre outros. Os teores de vitamina C tendem a diminuir com a maturação e com o armazenamento, devido à atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase), ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase (Poliniati, 2010).

Figura 7; evoluçao dos teores de vitamina C de frutos de biribá em diferentes estádios de desenvolvimento.



Durante o desenvolvimento dos mesmos foi observado que, o inicio do amadurecimento ocorreu entre os estádios 2 e 3, onde foram notadas que a maioria das transformações pertinentes a este evento com mudanças marcantes na coloração da casca dos frutos passando de verde a amarelo, aumento no teor de sólidos solúveis, açucares totais e; queda acentuada na firmeza da polpa e do teor de vitamina C. Desta forma pode-se considerar como índices de maturação para colheita de frutos do biriba os seguintes valores entre 9,3 a 14,5º brix, ponto em que foram observadas marcantes transformações pertinentes a maturação dos frutos.

4 CONCLUSÕES

Durante o desenvolvimento dos frutos do biribazeiro observou-se redução nos valores de firmeza, pH, pectina total e vitamina C, processos catabólicos naturais na maturação dos frutos, e apresentaram incremento de acidez titulável, pectina solúvel e açúcares totais. Todos esses processos se iniciaram entre o segundo e terceiro estágio de maturaçao, o que nos leva a concluir que a partir deste ponto os frutos já se encontravam totalmente desenvolvidos e prontos para colheita, uma vez que os mesmos apresentam comportamento climatério.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. Washington, DC, 1094p. 2010.

[2] CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de Frutas e Hortaliças. Fisiologia e Manuseio. 2ª Edição. Lavras/ FAEPE. 2005.

[3] DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; ASQUERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA,R. A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.F. Characterization of fruits from the savanna: Araça (Psidium guinnensis Sw.) and Marolo (Annona crassiflora Mart.). Ciênc. Tecnologia de. Alimentos. 2011, vol.31, n.3, pp. 723-729. ISSN 0101-2061.

[4] FERREIRA, D. F. Sisvar: sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: Ufla, 2010.

[5] GARDIAZABAL, F.; CANO, G. Caracterización de 10 cultivares de chirimoya (Annona cherimola Mill.) y su respuesta a la polinización artificial en Quillota, Chile. Acta horticulturae, Brugges, v.497, p.239-253, 1999.

[6] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 5 ed. Sao Paulo, v.1, 533p.

[7] LIMA, C.A.M de; ALVES,R.E.; FILGUEIRAS,C.H.A.C.; ENÉAS-FILHO,J. Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (Annona muricata L.) 'Morada` sob temperatura ambiente. Revista. Brasileira. Fruticultura., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 49-52, Abril 2003.

[8] LIMA, C.A.M de; ALVES,R.E.; FILGUEIRAS,C.H.A.C.; Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita. Pesquisa. Agropecuaria. brasileira., Brasília, v.41, n.12, p.1707-1713, dez. 2006

[9] LIMA, C.A.M de; ALVES,R.E.; FILGUEIRAS,.H.A. Respiratory behavior and softtneing or soursop fruit (Annona muricata L.) after treatments whith wax and 1 methylcyclopropone. Cienc. Agrotec. Lavras. V.34, n.1, p.155-162, jan/fev. 2010.

[10] MANICA, I. Frutas nativas, silvestres e exóticas. 1: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biriba, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba – Ivo Manica – Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000.

[11] McCREADY, P.M.; McColomb, E.A. Extraction and determination of total pectic material. Analytical Chemistry, New York, v.24, n.12, p.1586, 1952.

[12] MEDEIROS, P.V. Q.; MENDONÇA, V.; MARACAJA, P.B.; AROUCHA, E.M.M.; PEREIRA, R.G. Physical-chemical characterization osf atemoia fruit in diffrent maturation stages. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.22; n.2, p.87-90. Abri/jun. 2009

[13] MELO,R.M; CASTRO,V. J de; CARVALHO,L.R.C; POMMER, V.C.Conservação de cherimóia embalada em filme plástico com zeolite. Bragantia, Campinas, v. 61, n. 1, 71-76, 2002.

[14] NEVES, C.S.V.J. & YUHARA, E.N. Characteristics of fruits of atemoya cultivars produced in northern Paraná state. Ciencias Agrarias, Londrina, v. 24, n. 2, p.311-314, Jul/dez 2003.

[15] POLINIATI, M.R.; FALLER, A.L.K.; FIALHO E. The effect of freezing at -18º C and -70ºC with and without ascorbic acid on the stability of antioxidant in extracts on Apple and orange fruits. International Journal of Food Science and Technology: 45, 1814-1820. (2010).

[16] SACRAMENTO, K.C. de; FARIA, C.J.; CRUZ, L.F.da; BARRETO, S. de. W.; GASPAR,W.J.; LEITE,V.B.J. Caracterização física e química de frutos de três tipos de gravioleira (Annona muricata L.). Rev. Brasileira. Fruticultura., Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 329-331, Agosto 2003.

[17] SILVA, E.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; RODRIGUES, L.J.; SIQUEIRA, H.H. Physical, chemical and physiological characterization of gabiroba fruit. (Campomanesia pubescens) during its development. Cienc. Tecnol. Alimentos. Vol.29, n4, p.803-809. 2009.

[18] SILVA, E. P. et al. Characterization and development of marolo (Annona crassiflora, Mart.). Ciencia & Tecnologia de Alimentos, Food Science. Technology, Campinas, 33(4): 1-10, Oct.-Dec. 2013

[19] SMIRNOFF, N. and WHEELER, G. L. Ascorbic acid in plants: Biosynthesis and function. Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology. 35 (4): 291-314. 2000.

[20] STROHECKER, R.; HENNING, H.M. Analisis de vitaminas: metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 428 p.

[21] VILAS BOAS, E. V. de B. Perdas Pós-colheitas. Lavras: UFLA, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 2000. 64p.

Capítulo 10

Desenvolvimento e caracterização físico-química de croquete de peixe direcionado a portadores de doença celíaca

Débora Juliana Hirt Lintzmaia

Inayara da Silva Rebelatto

Resumo: A doença celíaca DC é considerada uma desordem sistêmica auto-imune do intestino delgado que ocorre em pessoas com predisposição genética, desencadeada pela ingestão de glúten, causando inflamação crônica na mucosa do intestino delgado podendo causar atrofia das vilosidades intestinais e diminuição da absorção intestinal. Glúten é a fração protéica que se encontra combinada com o amido na semente de muitos cereais e pode ser fracionado em gluteninas (insolúveis em etanol) e prolaminas (solúveis em etanol). O desenvolvimento de um croquete de peixe tem como objetivo o aproveitamento de produtos facilmente encontrados no Brasil, como a mandioca e o peixe traíra. A preocupação em desenvolver produtos para celíacos visa minimizar a restrição alimentar que a doença causa a seus portadores, demonstrando que pode existir novas opções de alimentos isentos de glúten, sem lançar mão da qualidade nutricional e sensorial. Foram elaboradas duas formulações, onde a formulação 1 não continha farinha de trigo (sem glúten), e a formulação 2 que continha farinha de trigo (com glúten). As análises sensorial e físico-química foram realizadas no IFMT – Campus Cuiabá – Bela Vista, exceto proteínas, lipídeos e carboidratos que foram realizadas pelo laboratório LAPOA. Os resultados foram satisfatórios, segundo o Índice DE Aceitabilidade obtendo-se um produto de qualidade ao consumidor especifico.

Palavras-chave: Traíra; Mandioca; Glúten; Celíacos.

1 INTRODUÇÃO

A Doença Celíaca (DC) é uma intolerância, imuno- mediada e permanente ao glúten também denominada de enteropatia glúten-sensível, caracteriza-se por inflamação crônica da mucosa e submucosa do intestino delgado causando atrofia total ou subtotal das vilosidades do intestino proximal, levando consequentemente, à má absorção da grande maioria dos nutrientes. A doença pode atingir pessoas de qualquer idade e sua manifestação depende não só do uso de glúten na dieta, mas também, da presença de fatores genéticos, imunológicos e ambientais. É também conhecida como espru celíaco, espru não-tropical, enteropatia glúten induzida, glúten-sensível, esteatorréia idiopática ou espru idiopático (CAMPOS, 1980).

No Brasil não há dúvidas quanto ao fato de a DC ser uma afecção mais comum do que previamente se supunha. Ademais, assim como ocorre em outras partes do mundo, a DC ainda pode permanecer sem diagnóstico por prolongado período de tempo, porque pode apresentar-se sob várias formas clínicas, dificultando o diagnóstico precoce (FASANO et al, 2003 apud PRATESI; GANDOLFI, 2005).

O tratamento para a DC segundo Silva (2010) é basicamente dietético e consiste na exclusão completa de todos os alimentos que contenham glúten da dieta do paciente, ou seja, exclusão de alimentos feitos com trigo, centeio, cevada, aveia e seus derivados, pelo resto da vida. A exclusão do glúten não cura a DC, mas a mantém em remissão clínica, sorológica e histológica.

Glúten é a fração protéica que se encontra combinada com o amido na semente de muitos cereais e pode ser fracionado em gluteninas (insolúveis em etanol) e prolaminas (solúveis em etanol). Em geral, as prolaminas representam 50% da quantidade total do glúten e diferem de acordo com o tipo de cereal, sendo conhecidas como gliadina no trigo, secalina no centeio, hordeína na cevada e avenina na aveia (CICLITIRA et al., 2005).

De acordo com a FENACELBRA, Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil (2015) a doença celíaca afeta em torno de 2 milhões de pessoas no Brasil, entretanto a maioria delas encontra-se sem diagnóstico.

Hoje em dia acredita-se que a prevalência da DC é de 1 a 1,5% na população mundial havendo um provável aumento da mesma entre os caucasianos e no sexo feminino. Há ainda, uma maior prevalência entre parentes de primeiro grau de celíacos, sugerindo a susceptibilidade genética (FARO, 2008).

A mandioca (Manihot esculenta) é muito utilizada em dieta celíaca, sendo encontrada em diversas receitas e de inúmeras maneiras diferentes, tanto como matéria-prima como também em forma de farinha e fécula. Por ser facilmente cultivada é encontrada em todas as regiões do Brasil, apresentando nomes diferentes nas regiões Norte e Nordeste, como aipim e macaxeira .

São muitos os fatores de qualidade da mandioca que podem ser considerados, como os de ordem sensorial que além de subjetivos, têm maior estabilidade e, por essas razões, não requerem avaliações sistemáticas. As variáveis consideradas mais importantes são textura, plasticidade e pegajosidade da massa cozida, porque, de seu comportamento, depende a maioria das receitas culinárias preparadas com mandioca (Pereira et ai., 1983, 1985).

Popularmente conhecida como traíra (Hoplias aff malabaricus), (BLOCH, 1794) é uma espécie que ocorre em todas as bacias hidrográficas da America do Sul, exceto na região transandina e na Patagônia. É um peixe neotropical de ampla distribuição ocorrendo desde a Costa Rica até a Argentina (FOWLER, 1950; GODOY, 1975).

Em ambientes modificados, como a formação de represas a partir da construção de barragens, a espécie (Hoplias malabaricus) destaca-se principalmente por ser adaptada a lugares onde predomina água parada (MARQUEZ et al., 2001). Pode ser encontrada em quase todos os corpos de água da parte continental brasileira, além de ser uma espécie bem adaptada a ambientes lênticos, dando preferência à águas paradas ou de pouca correnteza, pode também ser encontrada em rios de pequeno e grande porte. Apresenta muita resistência, podendo sobreviver em ambientes pouco oxigenados e suporta grandes períodos de jejum, o que contribui para sua ampla dispersão de adaptação (AZEVEDO; GOMES, 1943; BARBIERI,1989). Por ser um peixe carnívoro e dispor de um apetite vorás, a traíra é considerado um grande problema da piscicultura, alimentando-se de dezenas de alevinos diariamente e reduzindo em número significativo a produção, sendo consideradas pragas da piscicultura.

O desenvolvimento de um croquete de peixe tem como objetivo o aproveitamento de produtos facilmente encontrados no Brasil, como a mandioca e o peixe traíra. A preocupação em desenvolver produtos para celíacos tem como objetivo minimizar os efeitos da restrição alimentar que a doença causa a seus

portadores, demonstrando que existem opções de alimentos isentos de glúten, podendo originar produtos com a qualidade nutricional e sensorial satisfatório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do croquete foi utilizado o peixe traíra, adquirido limpo e refrigerado em um criadouro de peixe localizado próximo a cidade de Jangada-MT, a mandioca foi adquirida em supermercados do município de Cuiabá-MT em embalagem congelada.

Foram elaboradas duas formulações, onde a formulação 1 continha apenas mandioca, em substituição total à quantidade de farinha, e a formulação 2 continha farinha e mandioca, forma que normalmente são fabricados os croquetes. Assim sendo, a formulação 1 isenta de glúten e a 2 com glúten. Os demais ingredientes não se alteraram para ambas as formulações.

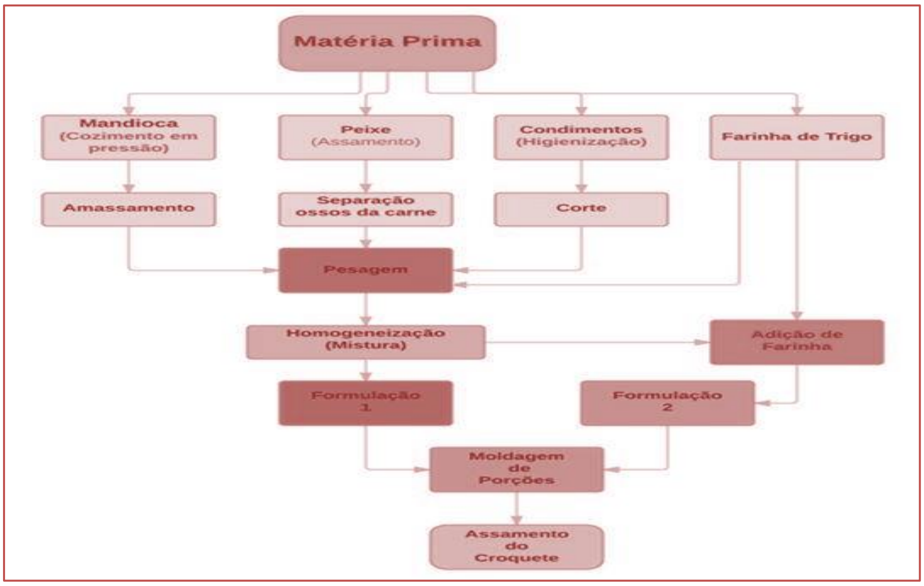
Tabela 1. Formulações de croquete de peixe para 1kg e porcentagem (%)

	Formulação 1	Formulação 2	F1%	F2%
Massa de mandioca	415 g	310g	41,5	31,0
Peixe desfiado	415 g	415 g	41,5	41,5
Cebola (picada)	104 g	104 g	10,4	10,4
Alho em pasta	30 g	30 g	3,0	3,0
Cebolinha (picada)	20 g	20 g	2,0	2,0
Salsa (desidratada)	3 g	3 g	0,3	0,3
Sal	13 g	13 g	1,3	1,3
Farinha de trigo	---------	105 g	---------	10,5

A Figura 1 abaixo apresenta o fluxograma do processo de produção do croquete de peixe realizado de forma manual, sem utilização de equipamentos específicos para o processamento. A mandioca passou pelo processo de cozimento e amassamento, já o peixe passou pelo processo de assamento e retirada de ossos, os condimentos foram higienizados e cortados. Os ingredientes foram pesados seguindo as formulações, para assim formar a massa dos croquetes que posteriormente foram moldados e assados.

Deve-se ressaltar que o objetivo deste trabalho foi desenvolver um produto adequado a portadores de DC, por isso, optou-se pelo assamento ao invés da fritura, uma vez que uma das manifestações clínicas da doença é a esteatorréia (diarreia com grande quantidade de gordura da dieta).

Figura 1. Fluxograma do processamento de croquete



2.1 AVALIAÇÃO SENSORIAL, INTENÇÃO DE COMPRA E ÍNDICE DE ACEITABILIDADE DOS CROQUETES

2.1.1. ANÁLISE SENSORIAL

As análises sensorias foram realizadas no IFMT Campus Cuiabá – Bela Vista. O painel sensorial foi composto por 100 provadores não treinados de ambos os sexos, e não portadores de doença celíaca utilizando metodologia para Testes Afetivos. Para isso, foi utilizada escala hedônica estruturada de 9 pontos que abrange 9 – "gostei extremamente" a 1 – "desgostei extremamente", aplicada aos produtos, onde o objetivo foi, verificar o grau de gostar ou de desgostar de forma específica para cada atributo do produto (cor, aroma, textura, sabor e impressão global), para ambas as formulações. As amostras foram apresentadas monadicamente aos julgadores. Foi utilizado como "branco" entre uma amostra e outra água pura.

2.1.2. TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Neste estudo, foram realizados testes de intenção de compra, que se referem à expectativa de uso efetivo do produto, isto é, à disposição do consumidor de comprar e consumir o produto, para isto foi utilizada uma escala de cinco pontos onde (5) - Certamente compraria, (4) - provavelmente compraria, (3) – talvez compraria, (2) – provavelmente não compraria e (1) – Certamente não compraria. Através deste teste os provadores puderam escolher a amostra mais aceita e através da escala, indicar sua intenção de compra.

2.1.3. ÍNDICE DE ACEITABILIDADE

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto foi adotada a expressão: IA (%) = A x 100 / B, na qual, A= nota média obtida para o produto, e B= nota máxima dada ao produto. Segundo estudos, IA ≥ 70%, infere-se produto com aceitabilidade suficiente (MONTEIRO, 1984; DUTCOSKY, 2007).

2.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

As análises de cinzas e umidade dos croquetes foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Cuiabá – Bela Vista, segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). As determinações de proteínas, lipídios e carboidratos foram realizadas pelo laboratório LAPOA (Laboratório de Análise de Alimentos LTDA). As análises foram realizadas em triplicata.

A análise de umidade foi realizada por dessecação até a obtenção de peso constante utilizando estufa a 105° por 12 horas, a determinação de extrato etéreo por meio de aparelho extrator sohxlet e solvente éter de petróleo, a análise de proteína foi realizada pela determinação de nitrogênio total através do processo de digestão (kjeldahl), de cinzas por incineração completa dos compostos orgânicos utilizando mufla a 550° durante 15 horas, tendo por fim apenas os compostos inorgânicos, e determinação de carboidratos por método gravimétrico.

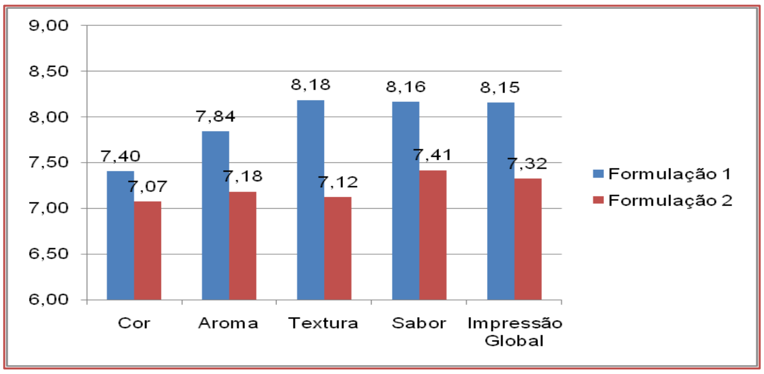
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE SENSORIAL

3.1.1. ANÁLISE SENSORIAL, MÉDIA DAS AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS

Em geral, os resultados da análise sensorial apresentaram ampla aceitabilidade para as duas formulações, obtendo médias significativas para todos os atributos avaliados, como podemos visualizar na Figura 2.

Figura 2. Gráfico de Média das notas das avaliações dos atributos sensorias.

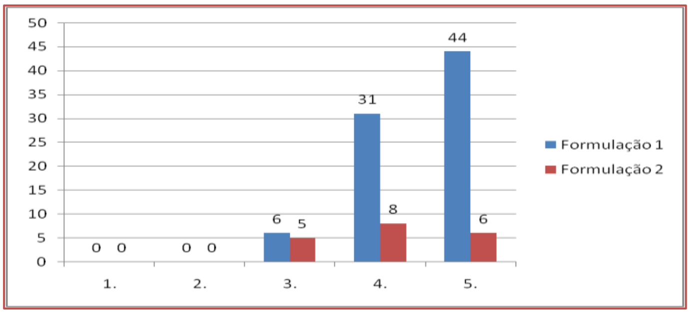


Através da figura 2, pode-se visualizar que as médias alcançadas pela amostra 1, em todos os atributos avaliados foram superiores a amostra 2. A amostra 1 sendo a base do trabalho, apresentando-se como a formulação isenta de glúten apresentou maior média em todos os atributos quando comparado ao estudo de Cordeiro (2015), sua avaliação sensorial de bolinho de piracuí, estudo que tinha como intuito analisar o perfil deste bolinho com diferentes aglutinantes, apresentou o resultado com aglutinante macaxeira, tendo como melhor avaliação para o atributo aroma 7,75.

3.1.2. TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Na avaliação da intenção de compra, os resultados estão expressos na Figura 3.

Figura 3. Gráfico de intenção de compra



Lembrando que a escala utilizada de 5 pontos onde (5) - Certamente compraria, (4) - provavelmente compraria, (3) – talvez compraria, (2) – provavelmente não compraria e (1) – Certamente não compraria.

Dos 100 provadores utilizados no teste, 81 demonstraram preferência pela formulação 1, e destes, 44 provadores certamente comprariam o produto , enquanto 19 provadores demonstraram preferência pela formulação 2, e destes, 6 certamente comprariam o produto. Fazendo uma análise em porcentagem destes valores para a formulação 1 - 54,32 % certamente comprariam enquanto que para a formulação 2 - 31,57% certamente comprariam.

Esses dados apontam para uma possibilidade de comercialização deste produto, dado a considerada intenção de compra por parte dos provadores.

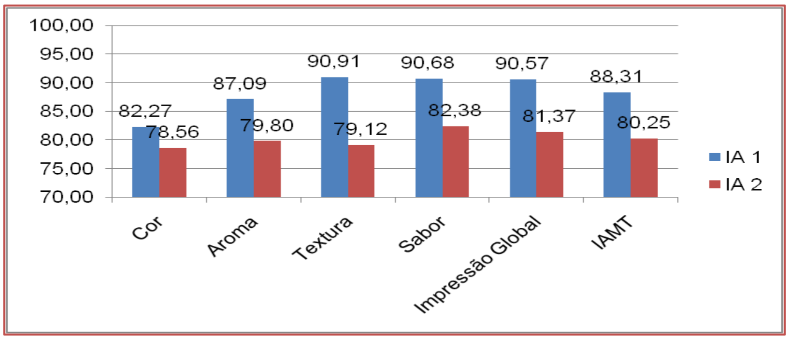
3.1.3. ÍNDICE DE ACEITABILIDADE

O índice de aceitabilidade encontrado em ambas as formulações foi maior que 70% para todos os atributos analisados, demonstrando ótima aceitabilidade, segundo Monteiro (1584) e Dutcosky (2007). Esses dados podem ser observados na Figura 4.

Quando se compara a formulação 1 isenta de glúten, com a formulação 2 contendo glúten, é notória a elevada e significativa aceitabilidade da primeira formulação, podendo destacar os atributos textura, sabor e impressão global, que atingiram aceitabilidade acima de 90%.

Dentre os atributos avaliados, observou-se que a formulação 1 apresentou maior nota para o atributo textura, a formulação 2 apresentou a maior nota para o atributo sabor.

Figura 4. Índice de Aceitabilidade dos croquetes sendo Amostra 1 (IA1) Amostra 2 (IA2) referente a atributos sensoriais e o índice de aceitabilidade média total (IAMT) em (%)



Quando comparado ao bolinho de piracuí Cordeiro, (2015), podemos avaliar que o índice de aceitabilidade apresentado para macaxeira da ordem de 84,81% de maneira geral para todos os atributos, sendo este valor comparada a amostra 1 que apresentou valor de 88,305% média para todos os atributos.

O índice de aceitabilidade entre o bolinho de piracuí e a amostra 2 (com farinha de trigo) pode ser apresentada de duas maneiras distintas, comparando com o bolinho de piracuí de farinha de trigo que apresenta aceitabilidade de 75,19% a amostra 2 apresentou aceitabilidade maior (80,247%), entretanto a amostra 2 apresenta menor aceitabilidade que a apresentada para macaxeira 84,81%.

Através deste estudo, observou-se que ambas as formulações apresentaram aceitabilidade satisfatória, especialmente aquela isenta de glúten, apontando para a possibilidade de comercialização de um produto direcionado à portadores de doença celíaca, sem a necessidade de lançar mão da qualidade tanto nutricional, quanto sensorial.

Dado o crescimento exponencial da incidência de doenças auto-imune crônicas na população mundial, é possível vislumbrar a necessidade de produtos alimentícios inovadores, para atender um nicho de mercado tão específico, como este dos portadores de doença celíaca.

3.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

As análises físico-químicas de umidade, cinzas, lipídeos, proteína e carboidratos demonstraram diferenças significativas entre as 2 formulações como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Composição físico-química das formulações (F1) e (F2) de croquete de peixe, sem farinha de trigo e com farinha de trigo respectivamente

Formulações	Umidade*	Cinzas*	Lipídeos*	Proteínas*	Carboidratos*
F1	41,27 ± 0,82 b	2,78 ± 0,04 b	0,31 ± 0,03 a	16,68 ± 0,15 a	13,26 ± 0,27 b
F2	50,09 ± 1,94 a	3,02 ± 0,12 a	0,23 ± 0,01 b	15,79 ± 0,31 a	27,00 ± 0,43 a

*Média da triplicata; Resultados expressos em porcentagem; Valores na mesma coluna seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com a Resolução nº 12 de 1978 da Comissão de Normas e Padrões para Alimentos (ANVISA), o croquete é um produto preparado à base de carne cozida, moída e condimentada, ovos e farinha de trigo, envolto em ovos batidos e farinha de rosca e frito. Para croquete de peixe assado, elaborado com massa de mandioca, não há legislação especifica para nenhum parâmetro físico-químico, bem como pesquisa semelhante ao produto desenvolvido no presente trabalho.

Nota-se que a F2 (50,09%) obteve um valor de umidade maior que a F1 (41,26%), e de acordo com CECCHI, (1999) a determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e aplicadas na análise de alimentos, estando esse parâmetro relacionado com a estabilidade, qualidade e composição de produtos alimentícios.

A determinação de cinzas fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais e de acordo com MORETTO, (2008) o teor de cinzas em alimentos pode variar dentro do limite de 0,1% até 15%, dependendo do alimento ou das condições em que este se apresenta. Os resultados obtidos para os teores de cinzas nas formulações F1 (7,78%) e F2 (3,2%) estão próximos aos valores reportados nas referências consultadas. E se comparadas entre elas, F1 demonstra um teor maior em minerais do que F2.

Os lipídios, também chamados de gorduras são compostos orgânicos altamente energéticos, contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis (ADOLFO LUTZ, 2008). Os lipídeos expressaram 0,31% (F1) e 0,22% (F2), valores significativamente baixos, devido ao assamento do croquete, obtendo êxito para a redução do teor de gordura do produto, que era um dos objetivos do estudo.

De acordo com CECCHI, (2003) proteínas são macronutrientes constituídos por uma cadeia de aminoácidos unidos por ligações peptídicas. Possuem funções estruturais, de transporte, hormonal, de armazenamento e defesa. Diferenciam-se quimicamente das outras frações de nutrientes que constituem um alimento por possuírem um átomo de nitrogênio em sua composição. Nos croquetes de peixe os teores de proteínas encontrados foram de 16,6% (F1) e 15,7% (F2) visto que os alimentos mais ricos em proteínas de maior valor biológico, são aqueles de origem animal.

Os carboidratos também podem ser chamados de glicídios ou açúcares, e são a principal fonte de energia para os seres vivos (4 kcal/g), estando presente em diversos tipos de alimento. São compostos de dupla função química (aldeído e álcool ou cetona e álcool) (Bolzan, 2013). Os teores de carboidratos encontrados nos croquetes de peixe foram de 13,2% (F1) e 27,0% (F2), sendo F2 a formulação em maior percentual o que pode ser explicado pela presença de trigo na composição de F2.

De acordo com a Tabela TACO (2011), o teor de carboidrato da ferinha de trigo refinada e da ordem de 75%, enquanto da mandioca cozida é de 30%, esses dados sugerem menor ingestão deste nutriente, quando houver consumo do croquete sem glúten. Esses dados são importantes, uma vez que durante a fase aguda da DC, além da exclusão total do Glúten, é imperativo a redução da ingestão de hidratos de carbono na dieta, á fim de minimizar a diarréia osmótica no individuo – sintoma comumente observado em portadores de DC.

REFERÊNCIAS

[1] AZEVEDO, P. de; Gomes, A. L., 1943 Contribuição ao estudo da biologia da traíra Hoplias malabaricus (Bloch, 1794) Bol. Indústria Animal, São Paulo, 5 (4): 15-64.

[2] Campos JVM, Kotze LMS. Doença Celíaca (Esprú celíaco, enteropatia glútensensível). Arq Gastroenterol 1980;17:176-80.

[3] CICLITIRA, P. J.; JOHNSON M. W.; DEWAR, D. H.; ELLIS H. J. The pathogenesis of coeliac disease. Molecular Aspects of Medicine, v. 26, p. 421- 458, 2005.

[4] CORDEIRO, C. A. M. Análise Sensorial de Bolinho de Piracuí utilizando diferentes aglutinantes. Universidade Federal do Pará, Bragança – Pará, 2015.

[5] DUTCOSKY, Silvia. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Ed. da Champagnat, 1996.

[6] FENACELBRA, Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil, 2015. Disponível em: http://www.fenacelbra.com.br/fenacelbra. Acesso: 20 de fevereiro de 2016.

[7] MONTEIRO, C. L. B. Técnicas de avaliação sensorial. 2 ed., Curitiba: CEPPA-UFPR, 101p. 1984

[8] FOWLER, H.W., 1950. Os peixes de água doce do Brasil. Areh. Zool. Est., São Paulo, 6: 362-364.

[9] PEREIRA, A.S.; LORENZI, J.O.; KLATILOVA, E.; PERIM, S.; COSTA, I.R.S.; PENNA, S.; VALLE, T.L. & FRANÇA, J.P.M. de. A mandioca na cozinha brasileira. Campinas, Instituto Agronômico, 1983 266p. (Boletim, 213)

[10] SILVA, R.P. Detecção e quantificação de glúten em alimentos industrializados por técnica de ELISA/ Rafael Plaza da Silva. – São Paulo, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências pelo Programa de Gastroenterologia Clínica) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2010.

Capítulo 11

Análises físico-químicas de méis de abelhas africanizadas produzidos e comercializados no estado de Mato Grosso

Krishna Rodrigues de Rosa
Carla Luciane Kreutz Braun
Aline de Magalhães Werner Colling
Tatiane Rodrigues Silva
Nágela Farias Magave Picanço Siqueira

Resumo: O Brasil possui potencial para a obtenção de grandes quantidades de mel devido às condições climáticas favoráveis na maior parte do território. Todavia, o potencial apícola brasileiro ainda é subaproveitado, levando-se em consideração sua diversidade de flora e clima. Considerando que grande parte do mel produzido no estado de Mato Grosso é de origem clandestina, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar as características físico-químicas de amostras de méis de abelhas africanizadas produzidas em Mato Grosso. Foram utilizadas 7 amostras de mel provenientes de sete municípios distintos do Estado, foram realizadas análises físico-químicas em triplicata. As amostras analisadas demonstram, em sua maioria, estar dentro dos padrões estabelecidos pelo MAPA, como mel apto para o consumo. E a diferença entre méis inspecionados e clandestinos não foi bem esclarecido visto que méis clandestinos, neste trabalho, obtiveram mesmo patamar e, até, melhor que méis inspecionados.

Palavras-chave: Apis mellifera L., produto apícola, fraude, Centro-oeste.

*Artigo publicado como resumo expandido em Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos [recurso eletrônico], ISBN online 978-85-89123-06-8, 24 a 27 de outubro de 2016, Gramado: SBCTA Regional, RS, 2016.

1. INTRODUÇÃO

A apicultura é uma atividade econômica geradora de emprego e renda para famílias de pequenos proprietários rurais ao complementar as outras ocupações agropecuárias, principalmente na época da seca. O principal produto apícola produzido é o mel (Lacerda et al., 2010).

O Brasil possui potencial para a obtenção de grandes quantidades de mel devido às condições climáticas favoráveis na maior parte do território. Todavia, o potencial apícola brasileiro, ao contrário das grandes regiões produtoras do mundo, ainda é subaproveitado, levando-se em consideração sua diversidade de flora e clima (Silva et al., 2009).

O mel é composto principalmente por monossacarídeos, sendo basicamente glicose e frutose, numa proporção que varia de 27,5% a 40% para glicose e de 36,2% a 49% para frutose. O dissacarídeo em maior concentração é a maltose, que pode variar de 1% a 16%; o teor de sacarose em geral não ultrapassa 8%, sendo que sua taxa elevada pode indicar colheita prematura ou adulteração. Os carboidratos são responsáveis pelas qualidades e propriedades do mel, já que são as substâncias encontradas em maiores quantidades neste produto, cerca de 90 a 95% dos sólidos (Azeredo et al. 1999).

O mel é um produto natural utilizado como fonte alimentar ou terapêutica e acessível à população, por isso é importante estabelecer a qualidade dos produtos adquiridos pelos consumidores. Vale ressaltar que se o produto for fraudado por adição de açúcares, amidos, aquecimento, entre outros, poderão ocorrer perdas nutricionais e funcionais do mel prejudicando o consumidor.

Considerando que grande parte do mel produzido no Estado de Mato Grosso é de origem clandestina, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar as características físico-químicas de amostras de méis de abelhas africanizadas produzidas no Estado de Mato Grosso, contribuindo assim para a padronização dos méis brasileiros e fornecendo informações referentes à qualidade do mel produzido no local.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 7 amostras de mel de abelhas africanizadas provenientes de sete municípios distintos do Estado de Mato Grosso, sendo estes: Chapada dos Guimarães, Conquista D'Oeste, Feliz Natal, Nova Brasilândia, Nova Mutum, Santo Antônio do Leverger e Sapezal. As amostras foram adquiridas em supermercados, feiras livres e direto com o produtor na região da baixada cuiabana.

O mel foi analisado no Laboratório de Solos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso campus Bela Vista, onde foram realizadas, em triplicatas, as análises físico-químicas: pH, acidez livre (meq Kg-1), sólidos solúveis (ºBrix), umidade (%), açúcares redutores (AR%), sacarose aparente (SA%), atividade diastásica e reação de Lugol de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985) e (2008).

O experimento foi realizado em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). A normalidade dos dados e a homogeneidade da variância foram testadas e não houveram pressupostos para aplicação da Análise de Variância (ANOVA). Sendo assim, os dados foram comparados pela estatística não paramétrica, com o teste de Kruskal Wallis e as médias foram comparadas pelo teste de Dunn, ao nível de 5% de significância. Para a análise dos dados utilizou-se o programa BioEstat 5.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos municípios onde o mel estudado é proveniente para que se possa ter um panorama do que os mesmos representam na produção apícola do Estado de acordo com a flora que possuem e localização no Mato Grosso. A Tabela 2 apresenta os parâmetros da caracterização físico-química dos méis de Apis Mellifera L. das diferentes amostras analisadas.

Tabela 1. Caracterização das amostras de mel de abelhas africanizadas por município de origem.

Amostra	Município	Distância da capital do Estado (Km)	Região	Latitude e Longitude	Flora
1	Nova Mutum	250	Norte Mato-Grossense	13º49º44ºS; 56º04º56ºO	Cerrado
2	Sapezal*	477	Norte Mato-Grossense	13º32º33ºS; 58º48º51ºO	Cerrado
3	Santo Antônio do Leverger	27	Centro-Sul Mato-Grossense	15º51º57ºS; 56º04º37ºO	Cerrado
4	Chapada dos Guimarães	64	Centro-Sul Mato-Grossense	15º27º39ºS; 55º45º00º O	Cerrado
5	Feliz Natal*	530	Norte Mato-Grossense	12º33º09ºS; 54º55º12ºO	Floresta Amazônica
6	Conquista D'Oeste*	520	Sudoeste Mato-Grossense	14º33º28ºS; 59º34º19ºW	Floresta Amazônica
7	Nova Brasilândia*	210	Norte Mato-Grossense	14º57º25ºS; 54º57º57ºO	Área Antropizada

*Amostras com selo de Inspeção Estadual/Federal.

Fonte: Próprio autor (2016).

Tabela 2. Resultados da caracterização físico-química das amostras de méis de Apis Mellifera L.

Amostra	pH	Acidez (meq Kg^{-1})	Umidade (%)	SA (%)[1]	AR (%)[2]	Sólidos Solúveis (°Brix)	Atividade Diastásica	Reação de Lugol
1	3,964	22,020	17,60	6,00	74,75	80,75	positivo	negativo
2	3,526	8,176	18,67	14,03	65,64	79,67	negativo	positivo
3	4,103	21,989	19,40	4,55	74,45	79,00	positivo	negativo
4	4,015	23,997	18,93	0,78	78,55	79,33	positivo	negativo
5	3,714	30,143	18,33	1,31	78,77	80,08	positivo	negativo
6	3,576	34,176	17,33	4,47	76,45	80,92	negativo	negativo
7	3,933	31,489	17,13	2,81	78,27	81,08	positivo	negativo

1. Sacarose Aparente (%). 2. Açúcares Redutores (%).

Teste de Kruskal Wallis e Teste de Dunn, $p<0,05$ de probabilidade.

Fonte: Próprio autor (2016).

De acordo com o analisado estatisticamente pelos testes de Kruskal Wallis e de Dunn pode-se afirmar que o valor de H = 19.6364 é altamente significativo (p = 0.0032) e rejeita-se a hipótese de nulidade e aceita-se a hipótese alternativa. Verifica-se, de outro lado, que as diferenças entre os valores médios de pH das amostras 2 e 3; acidez das amostras 2 e 6; umidade das amostras 3 e 7; sacarose aparente das amostras 2 e 4; açúcares redutores das amostras 2 e 5 e sólidos solúveis das amostras 3 e 7 apresentam valores de p inferiores ao nível alfa de 0,05, sendo considerados significativos ou muito significativos. Também podemos expor que as amostras de méis que apresentaram os valores mais altos do que as outras amostras analisadas foram: pH (amostra 3); acidez (amostra 6); umidade (amostra 3); sacarose aparente (amostra 2); açúcares redutores (amostra 5) e sólidos solúveis (amostra 7).

Neste trabalho as amostras de mel apresentaram pH variando de 3,526 a 4,103, sendo que tais valores estão de acordo com a legislação vigente, cujos valores médios são entre 3,3 - 4,6 (Brasil, 1985). Tais dados foram observados por Veiga et al. (2011), Saraiva et al. (2013), Santos et al. (2010), Sodré et al. (2007) e Araújo et al. (2006). No entanto, Silva et al. (2004), Lacerda et al. (2010) e Diniz et al. (2008) encontraram valores acima do descrito na legislação brasileira. Já Santos et al. (2010) e Santos et al. (2011) encontraram valores abaixo do descrito na legislação vigente. E, Marchini et al. (2005) encontraram tanto valor acima quanto abaixo do descrito na legislação em vigor.

A acidez livre encontrada neste trabalho variou de 8,176 a 34,176 meq Kg-1, onde tais valores atendem o descrito na legislação vigente, tendo máximo 40 meq Kg-1 (Brasil, 1985) e máximo de 50 meq Kg-1 (Brasil, 2000). Existem autores que também tiveram resultados dentro do descrito tanto por Brasil (1985) quanto por Brasil (2000), sendo estes: Garske; Budel (2012) e Silva et al. (2004). Contudo, alguns autores têm resultados conforme Brasil (2000) e fora dos padrões para Brasil (1985), como Diniz et al. (2008), Saraiva et al. (2013) e Sodré et al. (2007). Já Veiga et al. (2011), Santos et al. (2010), Cardoso Filho et al. (2011), Ribeiro et al. (2009), Santos et al. (2011) e Lacerda et al. (2010) obtiveram resultados fora da legislação vigente tanto por Brasil (1985) quanto Brasil (2000).

Na avaliação de umidade foram encontrados os valores entre 17,13 a 19,4%, sendo que tais valores estão de acordo com o descrito na legislação tanto por Brasil (1985) quanto por Brasil (2000) onde se tem o máximo de umidade em 20%. Autores como Garske; Budel (2012), Cordeiro et al. (2012) e Silva et al. (2004) encontram valores semelhantes e dentro dos padrões da legislação nacional. Já Santos et al. (2010), Saraiva et al. (2013), Cardoso Filho et al. (2011), Santos et al. (2011), Araújo et al. (2006), Lacerda et al. (2010), Sodré et al. (2007) e Diniz et al. (2008) tiveram seus valores máximos fora da legislação. Por fim, os autores Veiga et al. (2011) tiveram todos os seus valores analisados fora dos padrões da legislação.

Na determinação de sacarose aparente este trabalho obteve resultados variando entre 0,78 a 14,03%, indo de encontro ao aprovado pela legislação vigente onde se tem o máximo de 6% por Brasil (2000). Assim como, Ribeiro et al. (2009), Sodré et al. (2007) e Araújo et al. (2006) também obtiveram resultados fora do padrão da legislação. Entretanto, autores como Veiga et al. (2011), Santos et al. (2010), Santos et al. (2011) e Silva et al. (2004) tiveram resultados dentro do padrão legal.

Na análise de açúcares redutores os resultados obtidos variaram entre 65,64 a 78,77% atendendo a Brasil (2000) que tem mínimo de 65%, todavia não a Brasil (1985) com valor mínimo de 72%. Tais resultados foram encontrados também por Santos et al. (2010) e Silva et al. (2004). No entanto, Veiga et al. (2011), Ribeiro et al. (2009) e Araújo et al. (2006) tiveram resultados que não atenderam nem a Brasil (2000) nem a Brasil (1985). E, apenas Santos et al. (2011) e Sodré et al. (2007) obtiveram resultados que atendesse plenamente a legislação vigente.

Foram encontrados valores de sólidos solúveis neste trabalho variando entre 79,0 a 81,08ºBrix, estes valores estão próximos dos verificados por Veiga et al. (2011), Santos et al. (2010), Santos et al. (2011), Silva et al. (2004), Lacerda et al. (2010), Sodré et al. (2007) e Diniz et al. (2008). Entretanto, Araújo et al. (2006) obteve resultados abaixo da faixa descrita anteriormente. De acordo com Chitarra; Chitarra (1990), a análise do ºBrix tem grande importância para a agroindústria no controle de qualidade do produto final, controle de processos, controle de ingredientes e outros controles utilizados em indústrias alimentícias.

Na análise de atividade diastásica este trabalho obteve dois resultados negativos e cinco positivos, ou seja, dois resultados fora do padrão da legislação vigente descrito por Brasil (1985) e Brasil (2000). Saraiva et al. (2013) e Araújo et al. (2006) também observaram resultados fora do padrão legal, já Silva et al. (2004) teve todos os seus resultados dentro do descrito na legislação vigente.

Por último, na reação de Lugol foi verificado que uma das sete amostras deu positivo indicando a possível presença de amido e dextrinas no mel (IAL, 2008). Cardoso filho et al. (2011) encontrou 5 resultados positivos em 16 amostras analisadas, já Ribeiro et al. (2009) obteve 7 resultados positivos em 10 amostras analisadas de origem clandestina e 3 positivos em 25 amostras inspecionadas e Sodré et al. (2007) obteve amostras fora do padrão legal. Todavia, Diniz et al. (2008) obteve todas suas 11 amostras negativas para a reação de Lugol.

4. CONCLUSÃO

As amostras analisadas demonstram, em sua maioria, estar dentro dos padrões estabelecidos pelo MAPA, como mel apto para o consumo. E a diferença entre méis inspecionados e clandestinos não foi bem esclarecido visto que méis clandestinos, neste trabalho, obtiveram mesmo patamar e, até, melhor que méis inspecionados. Isto demonstra que a falta de qualidade no produto final não é um problema na produção de mel em MT e, sim, a falta de conhecimento e tecnificação para melhor aprimoramento da cadeia produtiva e, consequentemente, registro em órgão competente. Portanto, trabalhos mais aprofundados devem ser realizados neste sentido.

REFERÊNCIAS

[1] Araújo, D.R.; Silva, R.H.D.; Sousa, J.S. (2006). Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade de Crato, CE. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 6, n. 1, p. 51-55.

[2] Azeredo, M.A.A.; Azeredo, L.C.; Damasceno, J.G. (1999). Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis – RJ. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 19, n. 1, p. 3-7.

[3] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. (1985). Portaria 06, de 25 de julho de 1985. Aprova as Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), Seção I.

[4] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. (2000). Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF), 23 outubro 2000. Seção I. p. 16-17.

[5] Cardoso Filho, N.; coelho, R.M.; Rodrigues, A.; Miguel, R.M.; Camargo, T.R.C. (2011). Avaliação físico-química de méis comercializados em algumas cidades do Estado de Mato Grosso do Sul. Ensaios e Ciência, v. 15, n. 6, p. 135-146.

[6] Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. (1990). Pós–colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 302 p.

[7] Diniz, T.T.; Melo, M.M.A.P.; Santos, G.A.G.; Rodrigues, T.S.; Gomes, E. (2008). Avaliação das características físico-químicas do mel de abelhas Apis melífera spp. Comercializado no município de Montes Claros- Minas Gerais. In: Zootec; 2008 May; João Pessoa, Brazil. Anais. João Pessoa, PB: ABZ, p. 1-4.

[8] Garske, P.A.; Budel, J.M. (2012). Controle da qualidade de amostras de mel de Apis mellifera L. (HYMENOPTERA, APIDAE), procedentes da região dos Campos Gerais-Paraná. Cadernos da Escola de Saúde, v. 6, p. 185-194.

[9] Instituto Adolfo lutz – IAL. (1985). Normas Analíticas do Instituo Adolf Lutz. Volume 1: Métodos Físico e Químicos para Análise de Alimentos. Secretaria do Estado da Saúde. São Paulo: IMESP; 3ª Edição.

[10] Instituto Adolfo Lutz – IAL. (2008). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. Laboratório de Saúde Pública. Brasília: ANVISA; 4ª Edição; 1ª Edição Digital.

[11] Lacerda, J.J.J.; Santos, J.S.; Santos, S.A.; Rodrigues, G.B.; Santos, M.L.P. (2010). Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por Apis mellifera no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. Química Nova, v. 33, n. 5, p. 1022-1026.

[12] Marchini, L.C.; Moreti, A.C.C.C.; Otsuk, I.P. (2005). Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por Apis mellifera L. no Estado de São Paulo. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 1, p. 8-17.

[13] Ribeiro, R.O.R.; Silva, C.; Monteiro, M.L.; Baptista, R.F.; Guimarães, C.F.; Mársico, E.T.; Mano, S.B.; Pardi, H.S. (2009). Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 16, n. 1, p. 3-7.

[14] Santos, D.C.; Martins, J.N.; Silva, K.F.N.L. (2010). Aspectos físico-químicos e microbiológicos do mel comercializado na cidade de Tabuleiro do Norte-Ceará. Revolução Verde, v. 5, n. 1, p. 79-85.

[15] Santos, D.C.; Oliveira, E.N.A.; Martins, J.N.; Albuquerque, E.M.B. (2011). Qualidade físico-química e microbiológica do mel de Apis mellifera comercializado na cidade de Russas, CE. Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária, v. 5, n. 1, p. 41-45.

[16] Saraiva, M.A.; Nunes, G.S.; Rosa, I.G.; Silva, J.M.; Peixoto, C.R.; Holanda, C.A. (2013). Estado de deterioração dos méis de abelha (Apis Mellifera) comercializados em São Luís do Maranhão. Cadernos de Pesquisa, v. 20, n. 1, p. 65-68.

[17] Silva, C.L.; Queiroz, A.J.M.; Figueirêdo, R.M.F. (2004). Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, p. 260-265.

[18] Silva, K.F.N.L.; Queiroz, A.J.M.; Figueiredo, R.M.F.; Silva, C.T.S.; Melo, K.S. (2009). Características físico-químicas de mel produzido em Limoeiro do Norte durante o armazenamento. Revista. Caatinga, v. 22, n. 4, p. 246-254.

[19] Sodré, G.S.; Marchini, L.C.; Moreti, A.C.C.C.; Otsuk, I.P.; Carvalho, C.A.L. (2007). Caracterização físico-química de amostras de méis de Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae) do Estado do Ceará. Revista Ciência Rural, v. 37, p. 1139-1144.

[20] Veiga, T.C.M.; Baptista, R.C.; Pontes, N.A.M. (2011). Caracterização físico-química e estudo do comportamento reológico do mel de Melipona flavolineata (uruçu-amarela) dos municípios de Baião (PA), São João de Pirabas (PA), Tracuateua (PA) e Vigia (PA). In: Semana do Instituto de Tecnologia da UFPA; 2011 Sept; Anais. Belém, Brazil; Belém, PA: UFPA.

Capítulo 12

Caracterização físico-química de geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia

Gláucia Cristina Moreira
Thaís Tatiane Ruaro de Oliveira
Marinês Paula Corso
Eliana Maria Baldissera
Noemi Silva Felício

Resumo: O objetivo desse trabalho foi desenvolver geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia em substituição da pectina. A formulação padrão foi elaborada com 50 % de suco de abacaxi, 50 % de açúcar, 1 % de pectina ATM em relação à massa do açúcar e 0,65 % de ácido cítrico com relação à massa do açúcar. As demais formulações foram elaboradas com as mesmas porcentagens de suco de abacaxi, açúcar e ácido cítrico da formulação padrão, logo foram adicionadas as seguintes concentrações de chia: 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%. Foram realizadas análises físico-químicas, concluindo-se que a geleia de abacaxi com a concentração de 1,5 % de mucilagem de chia foi a de maior destaque com relação às seguintes características físico-químicas: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, atividade de água e coloração.

1 INTRODUÇÃO

Geleia é o produto preparado a partir de polpa, pedaços ou frutas inteiras, juntamente com a adição de pectina, ácido e açúcar, sendo realizada a cocção e concentração até que se obtenha consistência gelatinosa ou semi-sólida (Pereda et al., 2005).

Para que a geleia apresente aspecto semitransparente e boa consistência, é necessária a presença de pectina, que além de ser encontrada nas frutas, pode ser adicionada para a formação do gel (Roriz, 2010).

No Brasil, as principais frutas consumidas são as produzidas em regiões de clima tropical e subtropical, dentre estas frutas, o abacaxi ganha destaque, pois é rico em vitaminas e sais minerais, além de ser apreciado pelos brasileiros (Reinhardt, 2004).

O abacaxi é uma fruta bastante utilizada na fabricação de geleias, apesar de possuir baixo teor de pectina, ele apresenta elevada acidez, o que auxilia no processo de geleificação do produto (Silva, 2006).

O consumo de chia (Salvia hispanica L.) vem se tornando de grande importância na saúde e nutrição humana, pois é uma semente que contem alto teor de ácidos graxos essenciais, além de ser rica em fibras e com grande concentração de proteínas (Peiretti e Gai, 2009).

A semente de chia apresenta em sua composição um percentual de mucilagem de 5 a 6%. Esta mucilagem é rica em polissacarídeos, e é responsável pela retenção de água pelas sementes (Muñoz et al., 2012).

A mucilagem formada possui quantidades significativas de goma, permitindo assim a aplicação da mesma em diferentes produtos alimentícios, podendo aumentar a característica de textura e o valor nutricional dos mesmos (Lin et al., 1994).

Diante deste contexto, este trabalho teve por objetivo desenvolver formulações de geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia em substituição da pectina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos de abacaxi cultivar 'Pérola' in natura, que foram adquiridos e transportados até o Laboratório de Vegetais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (câmpus Medianeira). Em seguida os frutos foram selecionados e lavados com água e detergente neutro, imersos durante 1 minuto em água a 5°C com 200 mg·L-1 de hipoclorito de sódio (pH 6,5), com o intuito de remover micro-organismos e resíduos que possivelmente estivessem aderidos à superfície. Os frutos foram, então, descascados, retirando-se os cilindros centrais e em seguida, foram triturados para a extração do suco.

Inicialmente foi elaborada uma formulação padrão de geleia de abacaxi e uma formulação teste com mucilagem de chia baseada no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para este produto (Brasil, 2001). A partir da formulação teste foram determinadas cinco formulações com diferentes porcentagens de mucilagem de chia: 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%.

Para a extração da mucilagem da chia seguiu-se a metodologia de Muñoz et al. (2012), cujo procedimento é descrito: 800 mL de água destilada foi aquecida em agitador a 80ºC, adicionou-se 20 g de semente de chia (1:40 chia: água), mantendo o aquecimento com agitação durante 2 horas. Em seguida a mistura de água e chia foi centrifugada por 10 minutos á 20ºC, em uma rotação de 7000 rpm, centrifuga Hettich 420 R.

O experimento foi conduzido em delineamento estatístico inteiramente casualizado composto por seis tratamentos e três repetições por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade por meio do programa Infostat.

As geleias das diferentes formulações foram caracterizadas quanto aos parâmetros físico-químicos por meio das seguintes análises em triplicata: pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, atividade de água e cor.

O pH foi mensurado na polpa triturada dos frutos utilizando-se pH-metro (Brasil, 2005).

A acidez titulável das formulações foi determinada por titulação conforme metodologia proposta pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005). Cinco gramas da amostra foram homogeneizadas em 50 mL de água e transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 mL. Foram adicionados de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e, então, a solução foi titulada com hidróxido de sódio a 0,1 M.

A atividade de água das amostras foi determinada a 25 °C em equipamento DecagonDevices, EUA, modelo AquaLab 4TE.

O teor de sólidos solúveis (ºBrix) foi determinado através do método de refratometria, utilizando-se refratômetro (Brasil, 2005).

A cor das formulações foi determinada, através de colorímetro komica Minolta, modelo Croma Meter CR400, utilizando o sistema de escala de cor L*, a* e b* (CIELAB), previamente calibrado. Os parâmetros L*, a* e b* foram determinados de acordo com a International Commission on Illumination (Cie, 1996).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostra a Tabela 1, não houve diferença estatística entre o pH da formulações. Foram observados valores de pH para a geleia de abacaxi com mucilagem de chia entre 3,39 a 3,43, valores semelhantes aos encontrados por Rosa et al. (2011) quando elaboraram geleia diet de abacaxi com hortelã (pH = 3,19 e 3,43). Licodiedoff et al. (2010) ao avaliarem geleia de abacaxi encontraram valores de pH entre 3,02 a 3,17. Segundo Albuquerque (1995), o pH ideal para geleias deve estar entre 3,0 e 4,0, podendo ocorrer sinérese quando o pH for maior.

Tabela 3 - Análises físico-químicas das formulações da geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia.

Formulações	pH	Teor de sólidos solúveis (ºBrix)	Acidez titulável (g de ácido cítrico 100g-1 polpa)	Atividade de água (aw)
F1	3,41 a	70,0 a	0,66 bc	0,70 a
F2	3,43 a	69,0 ab	0,73 ab	0,74 a
F3	3,40 a	70,0 a	0,68 bc	0,70 a
F4	3,41 a	70,2 a	0,78 a	0,62 b
F5	3,40 a	67,8 b	0,62 c	0,74 a
F6	3,39 a	69,0 ab	0,66 bc	0,74 a
CV (%)	0,79	3,57	3,51	3,43

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

*F1 – 1 % pectina; F2- 0,5 % mucilagem chia; F3 - 1 % mucilagem chia; F4 - 1,5 % mucilagem chia; F5 - 2 % mucilagem chia; F3 - 2,5 % mucilagem chia.

Fonte: Autor

Com relação à análise do teor de sólidos solúveis verificou-se que as geleias de abacaxi das formulações com 1 % de pectina, 1 % de mucilagem de chia e 1,5 % de mucilagem de chia apresentaram valores superiores estatisticamente em relação à geleia de abacaxi formulada com 2 % de mucilagem de chia, conforme mostra a Tabela 1.

Os teores de sólidos solúveis encontrados na geleia de abacaxi com mucilagem de chia variaram de 67,8 a 70,2, conforme mostra a Tabela 1. A legislação brasileira para geleias de frutas (Brasil, 1978) rege que para a geleia extra o teor de sólidos solúveis deve ser de no mínimo 65 %. Portanto as amostras atenderam à legislação brasileira, podendo ser enquadradas como geleias extras. Os teores de sólidos solúveis encontrados neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Licodiedoff et al. (2010), que ao avaliarem geleia de abacaxi encontraram valores de 65 % a 70 % de sólidos solúveis. Porém, os resultados deste trabalho diferiram dos resultados encontrados por Silva et al. (2011), que na elaboração de geleias mistas de abacaxi com maracujá, encontraram valores para sólidos solúveis de 65 %.

Verificou-se que a geleia de abacaxi da formulação com 1,5 % de mucilagem de chia apresentou acidez titulável estatisticamente maior que o da geleia de abacaxi formulada com 2 % de mucilagem de chia. Os valores encontrados para este parâmetro variaram de 0,62 a 0,78 g de ácido cítrico·100 g-1 polpa, conforme mostra a Tabela 1, resultados semelhantes aos encontrados por Gomes et al. (2013), ao trabalharem com elaboração de geleia de maracujá com cenoura. Segundo Jackix (1988) deve-se controlar

a acidez nos produtos industrializados, sendo que para geleias recomenda-se que a acidez total não seja maior que 0,8 %, para evitar assim a sinérese.

Verificou-se que a geleia de abacaxi da formulação com 1,5 % de mucilagem de chia apresentou atividade de água inferior estatisticamente em relação às demais formulações, isso é explicado, pois, o ter de sólidos solúveis para esta amostra ficou acima das demais, este resultado está relacionado com o tempo de cocção da geleias que foi maior para esta formulação. Os dados encontrados para a atividade de água variaram entre 0,62 a 0,74, conforme mostra a Tabela 1, resultados diferentes dos encontrados por Rosa et al. (2011) que ao elaborar geleia diet de abacaxi com hortelã, encontraram valores para a atividade de água entre 0,90 e 0,91.

Conforme mostra a Tabela 2, para o parâmetro L* não houve diferença estatística entre as formulações de geleia de abacaxi com mucilagem de chia e os valores variaram entre 38,39 e 40,85.

Tabela 2 - Análises de cor das formulações da geleia de abacaxi com adição de mucilagem de chia.

Formulações	L*	a*	b*
F1	38,97 a	-2,93 ab	17,22 b
F2	38,51 a	-5,7 a	25,37 a
F3	39,23 a	-1,8 ab	21,63 ab
F4	38,39 a	-1,4 ab	23,88 a
F5	40,21 a	-0,43 b	22,12 ab
F6	40,85 a	-2,2 ab	21,38 ab
CV (%)	4,88	16,26	10,07

Medias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*F1 – 1 % pectina; F2- 0,5 % mucilagem chia; F3 - 1 % mucilagem chia; F4 - 1,5 % mucilagem chia; F5 - 2 % mucilagem chia; F3 - 2,5 % mucilagem chia.

Fonte: Autor

Já para o parâmetro a*, conforme mostra a Tabela 2, os valores variaram entre -5,7 e -0,43, sendo que a geleia de abacaxi com a formulação de 0,5 % de mucilagem de chia apresentou significativamente o menor valor de a*, caracterizando a amostra na faixa do verde.

A formulação com 2,0 % de mucilagem de chia apresentou significativamente o maior valor de a* (-0,43), ainda na faixa da cor verde, conforme mostra a Tabela 2.

Para o parâmetro b*, os valores variaram entre 17,22 e 25,37, conforme mostra a Tabela 2, caracterizando as formulações como amarelas. As geleias de abacaxi formuladas com 0,5 % e 1,5 % de mucilagem de chia apresentaram valores superiores estatisticamente à geleia com adição de 1 % de pectina.

4 CONCLUSÕES

Todas as formulações de geleia de abacaxi enquadraram-se na legislação brasileira para as características físico-químicas. A geleia de abacaxi com a concentração de 1,5 % de mucilagem de chia foi a de maior destaque com relação às seguintes características físico-químicas: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, atividade de água e cor.

REFERÊNCIAS

[1] Albuquerque, J. P. (1995). Fatores que influem no processamento de geleias e geleiadas de frutas. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 15(3), 268-278.

[2] Brasil, Agência Nacional de vigilância sanitária. (1978). Legislação para Alimentos.

[3] Brasil, Ministério da Saúde (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde.

[4] Brasil, Ministério da Saúde. (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 12 de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

[5] Commission Internationale de l'Eclairage. (1996). Colorimetry (2. ed.). Vienna: CIE publication.

[6] Gomes, R. B., Santos, M. B., Cardoso, R. L., Tavares, J. T. Q., & Cunha, D. S. (2013). Elaboração e avaliação físico-químico e sensorial de geleia de maracujá com cenoura. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 9(16), 2765-2765.

[7] Jackix, M. H. (1988). Doces, geleias e frutas em calda. Campinas: Unicamp.

[8] Licodiedoff, S., Aquino, A. D., Godoy, R. C. B., & Ledo, C. A. S. (2010). Avaliação da sinérese em geleia de abacaxi por meio de análise uni e multivariada. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, 31(1), 51-56.

[9] Lin, K. Y., Daniel, J. R., & Whistler, R. L. (1994). Structure of chia polysaccharideexudate. Carbohydrate Polymers, 23(1), 13-18.

[10] Muñoz, L. A., Aguilera, J. M., Rodriguez-Turienzo, L., Cobos, A., & Dioz, O. (2012). Characterization and microstructure of films made from mucilage of Salvia hispanica and whey protein concentrate. Journal of Food Engineering, 111(3), 511-518.

[11] Peiretti, P. G., & Gai, F. (2009). Fatty acid and nutritive quality of chia (Salvia hispanica L.) seeds and plant during growth. Animal Feed Science Technology, 148, 267-275.

[12] Pereda, J. A. O., Rodrígues, M. I. C., Álvarez, L. F., Sanz, M. L. G., Minguillón, G. D. G. F., Perales, L. H., & Cortecero, M. D. S. (2005). Tecnologia de alimentos. Porto Alegre: Artmed.

[13] Reinhardt, D.H. (2010). Abacaxi: produção, pós-colheita e mercado. Fortaleza: Instituto Frutal.

[14] Roriz, V. (2010). Nutrição em Foco. São Paulo.

[15] Rosa, N. C., Trintim, L. T., Corrêa, R. C. G., Vieira, A. M. S., & Bergamasco, R. (2012). Elaboração de geléia de abacaxi com hortelã zero açúcar: processamento, parâmetros físico-químicos e análise sensorial. Revista Tecnológica, Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, 83-89.

[16] Silva, A. C. A. (2006). SBRT – Serviço Brasileiro Resposta Técnica. Porto Alegre: Senai-RS.

[17] Silva, C. M. R., Mangaba, M. A., Farinazzi-Machado, F. M. W., & Higematsu, E. (2011). Elaboração de geleias mistas, nas formulações tradicional, light e diet a partir da casca do maracujá amarelo (Passiflora edulis flavicarpa degener). Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, 6(2), 770-780.

Capítulo 13

Estimation of processing factors for pesticides in home-made fruit jams followed by multivariate statiscal analysis

Bárbara Reichert
María Del Mar Gómez-Ramos
Ionara Regina Pizzutti
Ijoni Hilda Costabeber
Amadeo R. Fernández-Alba

Abstract: Five pesticides, namely carbendazim, chlorpyrifos, imidacloprid, iprodione and propargite, were spiked to different types of fruits (apple, orange, peach, pear and strawberry) at 500 µg kg-1, with n=2 for each type of fruit. Home-made jams were prepared with these samples by cooking the homogenized spiked fruits with sugar and ultra-pure water, in an open pan for 30 min. The QuEChERS approach was applied to both home-made jams and fruits (spiked at 500 µg kg-1). Acetonitrile extracts were analyzed by micro flow liquid chromatography-tandem triple quadrupole-linear ion trap-mass spectrometry (µLC-QTRAP-MS/MS) and the concentrations of the pesticides in the fruits were compared to the concentrations in the home-made jams to estimate the processing factors (residue level in the processed commodity/residue level in the raw agricultural commodity). The estimated processing factors were tabulated along with some of the pesticides chromatographic and physicochemical characteristics. Principal component analysis was used to extract the latent factors (principal components) and search for relationships among the pesticides processing factors and their characteristics.

1. INTRODUCTION

Jams are processed food products early originated as food preserving processes which allow fruit consumption in the off-season (Abid et al., 2018; Belović et al., 2017; Mohd Naeem et al., 2017; Reichert et al., 2015). These products became very popular over the world because of their low cost, all year long availability and good organoleptic properties (Mohd Naeem et al., 2017). Jams are prepared mixing sugar, pulp and/or puree of one or more fruits and water followed by cooking it to a suitable gelled consistency (Abid et al., 2018; European Union, 2004).

Primary processed foods result from the application of physical, chemical, biological processes, or a combination of them, to raw agricultural commodities (RAC) (Pazzirota et al., 2013). Food processing also describes the process of transforming food into other forms for consumption by humans or animals (Li et al., 2015; Kaushik, Satya, & Naik, 2009; Kong et al., 2012).

Whether RAC are contaminated with pesticides, cooking may alter and degrade the chemical structure of these analytes, so, in order to evaluate in detail the hazardous effects of pesticides on human health to analyze cooked foodstuffs is reasonable of sample (Park et al., 2011; Martin et al., 2013), because the level and nature of contaminants in food may be changed during processing (Li et al., 2015). According to Huan et al., (2015) thermal processing can concentrate residues or convert them to more toxic metabolites, also, the effect of food processing on residue levels depends on the commodity and on the physicochemical properties of the specific pesticide (Scholz, Herrmann, & Michalski, 2017; Burchat et al., 1998).

Studies on the magnitude of residues in processed commodities are particularly important, because they provide data on the transfer of residues to different processed commodities from the RAC. Such studies are conducted in order to quantify levels of residues in processed commodities and to provide the distribution of residues (active ingredient, and/or metabolites, degradation products) in various processed products resulting from the processing of a commodity (OECD, 2008).

For a pesticide the resulting ratio between the processed fraction and RAC is denoted as processing factor (Pf). A Pf < 1 is considered to be a reduction factor, indicating a decrease in the residue level in the processed commodity, while a Pf > 1 is considered to be a concentration factor, suggesting a concentration in the residue level during processing (Amvrazi & Albanis, 2008; Duan et al., 2018). Information obtained from processing studies may serve for two different purposes: to decide on compliance of residues in processed products with legal standards for the RAC, and to refine dietary exposure estimation of humans and livestock with respect to residues in processed products (Amvrazi & Albanis, 2008; Duan et al., 2018; Li et al., 2015; Scholz, Herrmann, & Michalski, 2017).

Up to now, there has been no international agreement on setting maximum residue limits (MRL) for primary processed commodities, excepted some specific commodities which MRL is applied to the dried product, as herbs, spices and teas. In European Union (EU) member states the common practice is to derive from the MRL set for the RAC by applying the corresponding processing factor (European Commission, 2005; Pazzirota et al., 2013). Similarly, pesticide MRL are set by Codex Alimentarius for only a very small number of simply processed commodities as grape juice (Codex Alimentarius, 2018; Scholz, Herrmann, & Michalski, 2017).

According to the Guideline of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), processing studies should simulate industrial or domestic practices as closely as possible. RAC used in processing studies should contain field-treated (incurred) quantifiable residues and processing studies utilizing spiked samples are not acceptable (OECD, 2008). Even thought, OECD affirms that processing studies should be done with incurred residues, we decided to do this study with spiked samples in order to compare de obtained data with the literature, and to ascertain if there is a real difference among Pf obtained from spiked samples and from incurred residues.

In the last years, many studies have focused in the determination of Pf for pesticides in different products, as apple juice (Martin et al., 2013; Li et al., 2018), wine (Pazzirota et al., 2013), yogurt and cheese (Duan et al., 2018), distilled spirits production based on sorgh (Han et al., 2016), olive oil (López-Blanco et al., 2018; Amvrazi & Albanis, 2008), zucchini freezing process (Oliva et al., 2017), table grapes (Poulsen et al., 2007), barley brewing (Kong et al., 2016), spinach (Bonnechère et al., 2012a) and carrots (Bonnechère et al., 2012b), among others. However, the only data we have found in the literature about Pf in jams are the Compilation of Processing Factors and Evaluation of Quality Controlled Data of Food Processing Studies from the German Federal Institute for risk assessment (BfR) (2017) which shows Pf for a few pesticides in jams and in other processed foods.

Thus, the goals of this study were to estimate processing factors for five pesticides commonly detected in commercial fruit jams and to apply multivariate statiscal analysis to search for any relation among the pesticides processing factors and their chromatographic and physicochemical characteristics.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. REAGENTS AND MATERIALS

2.1.1. STANDARDS

Pesticide standards of carbendazim, imidacloprid, iprodione, chlorpyrifos and propargite (purity > 98%) were acquired from Dr. Ehrenstorfer (Augsburg, Germany). Isotopically–labeled internal standards (I.S.) of dichlorvos-d6 and dimethoate-d6 were purchased from CDN Isotopes (Quebec, Canada). Linuron-d6 and malathion-d10 were from Dr. Ehrenstorfer (Augsburg, Germany). All standards were stored in freezer at −30 oC. Individual standard stock solutions of each pesticide and I.S. were prepared in acetonitrile at concentration of 1000 mg L−1 and stored in freezer at −20 oC.

2.1.2. CHEMICALS AND REAGENTS

HPLC grade acetonitrile (99.9%) and magnesium sulfate (98.0%) were supplied by Sigma Aldrich (Steinheim, Germany). Ethyl acetate, HPLC grade, formic acid, analytical grade (≥ 96.0%), sodium citrate tribasic dehydrate (99.0%) and disodium hydrogencitrate sesquihydrate (99.0%) were supplied by Fluka (Steinheim, Germany). Sodium chloride (99.0%) was obtained from J.T. Baker (Deventer, Netherlands). HPLC grade Water Optima® was from Fisher Scientific (New Jersey, USA) and ultrapure water was obtained from a Milli-Q-Plus water system from Millipore (Milford, MA, USA). C18 (40 µm) was from Varian (Middelburg, The Netherlands) and Primary-Secondary Amine (PSA) Bond-Elut was from Supelco (Bellefonte, USA).

2.2. PESTICIDE STANDARD SOLUTIONS

Individual standard stock solutions of carbendazim, imidacloprid, iprodione, chlorpyrifos and propargite (at 1000 mg L−1) were used to prepare a mixture solution of the five pesticides at 100 mg L-1 in acetonitrile.

The standard mixture solution at 100 mg L-1 was used to spike the fruits previously to the preparation of the home-made jams and to spike the fruits (at 500 µg kg-1) to perform recovery studies. A second standard mixture solution of 1 mg L-1 was prepared in acetonitrile by successive dilution of the previous one. This second standard solution (at 1 mg L-1) was used to spike blank home-made peach jams for recovery experiments, as well as to prepare analytical solutions in neat acetonitrile and in blank matrix extracts for the analytical curves.

2.3. MICROFLOW LIQUID CHROMATOGRAPHY-TANDEM TRIPLE QUADRUPOLE-LINEAR ION TRAP-MASS SPECTROMETRY

In our previous articles we described the development and validation of multiresidue methods for pesticides determination in fruit jams (Reichert et al., 2015) and fruits (Uclés Moreno et al., 2015) using µLC-QTRAP-MS/MS. Thereby the same methodology, equipment and conditions were used for assessment of the pesticide residue levels of fruits and jams.

2.4. SAMPLES

Fruits from five different types were purchased in local markets of Almería (south of Spain). They consisted of two different samples (bought at different stores) of apples, oranges, peaches, pears and strawberries. All samples were individually homogenized in a stainless-steel food processor (Sammic, Azpeitia, Spain) for 1 min. In the case of peaches, oranges, pears and apples, the fruits were cut in pieces and seeds were removed before homogenization. For the strawberries the sepals and pedicels were initially removed. Afterwards, a portion of the homogeneous sample was used to prepare the home-made fruit jam and the other portion was used to prepare the acetonitrile extract to verify the presence of

pesticides (ascertain if the samples were blanks) and to prepare spiked samples to assess accuracy (recovery% and relative standard deviation - RSD %).

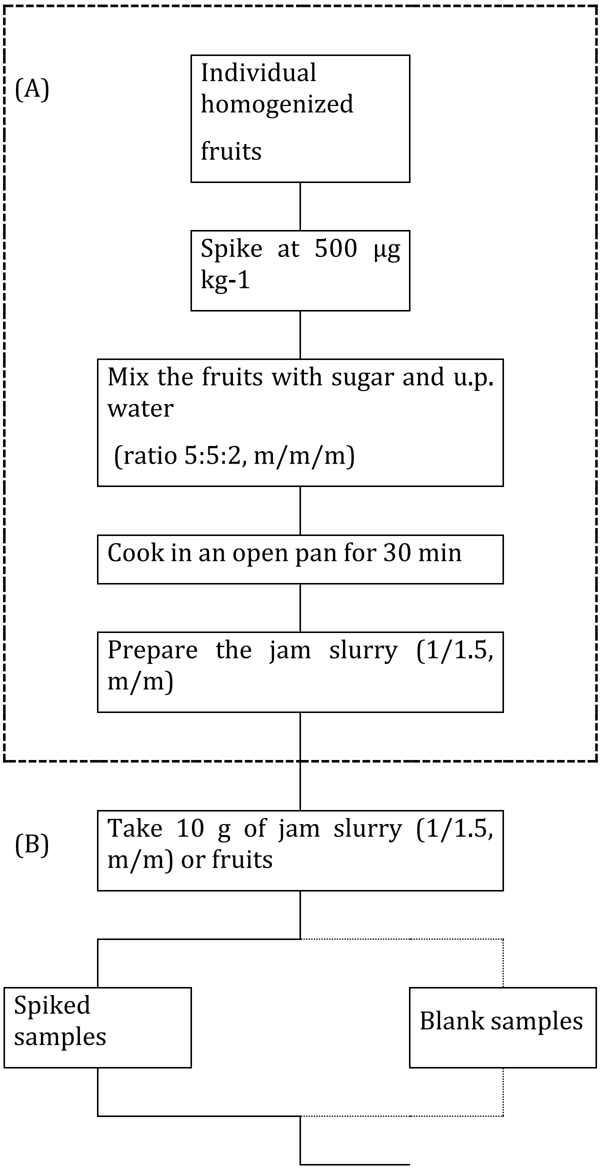
2.5. FRUITS SPIKING PROCEDURE AND PREPARATION OF HOME-MADE JAMS

For the spiking procedure the homogenized fruit samples were weighted into a beaker and spiked at 500 µg kg-1 with the standard solution (at 100 mg L-1) containing the pesticides studied. After spiking, the individual fruits were mixed with sugar and ultrapure water (ratio 5:5:2, m/m/m, respectively) and cooked over medium heat in open pan for 30 minutes. After cooking and cooling, the home-made jams were transferred to flasks and stored in freezer at −20 oC until the analysis.

2.6. SLURRY PREPARATION AND EXTRACTION PROCEDURE

To yield homogeneous samples, facilitate the handling and to minimize the interference of sugar and other matrix compounds which may be co-extracted from the samples, the home-made jams were individually slurried with ultrapure water (ratio 1:1.5, m/m). The well known QuEChERS approach was applied to both home-made jams and fruits according to described in our previous articles (Reichert et al., 2015; Uclés Moreno et al., 2015). Fig. 1 shows the sample preparation.

Fig. 1. Home-made fruit jams preparation scheme (A) and QuEChERS citrate approach (B).



Add 10 ml ACN + P.I.S. (diclorvos-d6 and malation-d10)

↓

Shake automatically for 4 min

↓

Add 4 g MgSO4 + 1 g NaCl + 1 g Na3Citrate. 2 H2O + 0.5 g Na2HCitrate 15 H2O

↓

Shake automatically for 4 min and centrifuge 5 min at 3700 rpm

↓

Take 5 ml extract

↓

Add 750 mg MgSO4 + 125 mg of C18 +125 mg of PSA

↓

Shake 30 s in Vortex and centrifuge 5 min at 3700 rpm

↓

Acidify with 50 µL formic acid 5% in ACN

↓

Take and aliquot add D.I.S. (linuron-d6)

↓

Dilute 30-fold with ACN/H2O (1:9, v/v) and add I.I.S. (dimethoato-d6)

↓

Analysis by µLC-QTRAP-MS/MS

2.7. ESTIMATION OF PROCESSING FACTORS

Many RAC are processed before they are consumed (OECD, 2008). Usually, processing factors are applied to account for the effect of food processing on the pesticide residue concentration (López-Blanco et al., 2018). Studies on the magnitude of residues are conducted in order to quantify levels of residues in processed commodities and to provide: a) the distribution of residues (active ingredient, metabolites, degradation products) in various processed products resulting from the processing of a commodity; b) information about reduction and concentration of residues; c) the ratio of residue level in the processed commodity to residue level in the raw agricultural commodity, or processing factor (OECD, 2008).

Processing factors for residues of pesticides in the processed commodity that originate only from residues of the same single compound in the RAC can be calculated according to the following equation (OECD, 2008).

$$Pf = \frac{residue\ level\ in\ processed\ commodity}{residue\ level\ in\ the\ RAC}$$

To estimate a Pf for each of the 5 pesticides in the home-made jams, the samples were analyzed via μLC-QTRAP-MS/MS. The pesticide concentrations measured in the home-made jams (prepared from the fruits spiked at 500 μg kg-1) were compared with the pesticide concentrations measured in the fruits also spiked at 500 μg kg-1 (pesticide concentration in measured the home-made jams/pesticide concentration measured in the fruits).

2.8. METHOD PERFORMANCE

The analytical method was fully validated for fruits and jams (Reichert et al., 2015; Uclés Moreno et al., 2015). However, to ensure the quality of the results, on-going method performance verification was done by the analysis of spiked samples to assess accuracy (SANTE, 2017). So, the fruits were spiked at 500 μg kg-1 and home-made jams were spiked at 9 μg kg-1, with n=2 for all samples. These samples were extracted using QuEChERS approach and the extracts were analyzed by μLC-QTRAP-MS/MS. Pesticides chromatographic peak areas were used to calculate recoveries (%), RSD (%) and matrix effects (M.E.) (%).

The fruits were divided in two groups of commodities (SANTE, 2017): group 1 - "high water content" matrices (apples, pears and peaches); and group 2 - "high acid content and high water content" commodities (oranges and strawberries). All fruits were spiked at 500 μg kg-1, the same concentration level spiked to the fruits which were used to prepare the home-made jams. That was also the spike concentration used to calculate the pesticides processing factors. The quantification was done with matrix-matched analytical standards prepared from blank matrix extract of one representative commodity of each group. Blank apple and orange extracts were used for the groups 1 and 2, respectively.

For the jams, blank home-made peach jam samples were spiked at 9 μg kg-1 and the acetonitrile extracts were analyzed by μLC-QTRAP-MS/MS. The SANTE Guidance Document (2017), classifies jams as "high sugar and low water content" commodities, independently from the fruit(s) used in their preparation.

Furthermore, four internal standards were used for quality control. Diclorvos-d6 and malation-d10 were used as procedure internal standards (P.I.S.) and were added to the extraction solvent (acetonitrile) at 50 μg L-1. Linuron-d6 was used as dilution internal standard (D.I.S.) and therefore added to sample extracts (at 10 μg L-1) just before the 30-fold dilution. To ascertain the correct injection of the samples into the chromatographic system, dimethoato-d6 (I.I.S.) was added to the diluted sample vials at 1 μg L-1 immediately before the μLC-QTRAP-MS/MS analysis. The internal standards were not used for correction or for quantification purposes. Quality control was assessed calculating recoveries for the procedure internal standards and RSD (%) from the chromatographic peak areas of all internal standards.

2.9. STATISTICS

Statistical analysis was done using StatSoft® Statistica software, version 7.0 (Tulsa, Oklahoma, USA). Shapiro-Wilk's test was applied to confirm that the data mean have a normal (Gaussian) distribution. In case of a calculated $p > 0.05$, it was considered as normal distribution. When the normal distribution was confirmed, the Student's t-test was used to confirm the differences in means between pesticide residue concentration measured in the fruits and mean pesticide residue concentration measured in the home-made jams, considering a confidence level of 99% ($p < 0.01$).

Principal Component Analysis (PCA) is a multivariate tool used to interpret and study the pattern of multivariate characteristics (original variables) of several objects using the graphical representation of the projection of this information in two or three axes (latent variable axes) selected to contain maximum information given by the original variables (Da Silva & Camões, 2010). PCA has been widely used to reduce a set of original variables and to extract a small number of latent factors (principal components, PC) for analyzing relationships among the observed variables (Martin et al., 2013). The number of factors

extracted from the variables was determined by Kaiser's rule (Kaiser & Rice, 1974). This criterion retains only factors with eigenvalues that exceed one. According to Morrison (1967) principal components should account for approximately 75% of the total variance (Škrbić & Mladenović, 2007).

In the present PCA was used to study relations among the pesticides processing factors (Pf), retention times (Rt), matrix effects (M.E.) and physicochemical characteristics - molecular weight (M.W.), solubility in water (Sw), solubility in acetone (Sacetone), water-octanol partition coefficient (Kow), density (D), vapor pressure (Pv) and Henry's constant (Tomlin, 2003).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. ESTIMATION OF THE PESTICIDES PROCESSING FACTORS

Processing factors calculated for individual pesticides are shown in Table 1. As demonstrated the Pf of 0.54, 0.32, 0.59, 0.50 and 0.45 were obtained for carbendazim, chlorpyrifos, imidacloprid, iprodione and propargite, respectively. If a Pf is < 1, it indicates a reduction of the pesticide level, while if > 1, it indicates a concentration (Duan et al., 2018). Thereby, the percentages of carbendazim, chlorpyrifos, imidacloprid, iprodione and propargite that were measured in the jams corresponded to, respectively, 54%, 32%, 59%, 50% and 45% of the concentration in fruits.

Table 1 - Processing factors calculated for the studied pesticides (residue level in the processed commodity/residue level in the RAC).

Processing factor						
Pesticide	Apple jam	Orange jam	Peach jam	Pear jam	Strawberry jam	Average Pf
Carbendazim	0.59	0.44	0.64	0.60	0.45	0.54
Chlorpyrifos	0.32	0.42	0.30	0.27	0.27	0.32
Imidacloprid	0.56	0.60	0.55	0.54	0.71	0.59
Iprodione	0.51	0.56	0.48	0.39	0.57	0.50
Propargite	0.43	0.70	0.38	0.33	0.44	0.45

The results of the Shapiro-Wilk's test confirmed the normal distribution of the data ($p > 0.05$). Student's t-Test was applied to evaluate if the differences among the mean concentration of pesticides in fruits and in home-made jams were statistically significant (considering a confidence level of 99%). For all pesticides studied the results of the t-Test confirmed that concentrations of the pesticides in fruits and in jams differ significantly ($p < 0{,}01$).

A possible explanation for the lower concentrations of the pesticides in the jams in comparison to the fruits is the dilution of the pesticides. To prepare the home-made jams, the fruits (spiked at 500 µg kg-1) were mixed with sugar and ultrapure water, ratio 5:5:2 (m/m/m), that caused a dilution and the pesticides concentration in the mixture (fruit, sugar and water), was divided by a factor of 2.4, resulting in a theoretically concentration of 208 µg kg-1 (before the cooking). However, as water evaporates during cooking, the pesticides concentration changed again when cooking finished.

Processing factors obtained in this study were compared with the data of Processing Factors compilation from German Federal Institute for risk assessment (BfR) (2017) (Table 2) for jams, or marmalade (which is a similar matrix). For carbendazim the estimated Pf is 0.54, which is close of the Pf reported by BfR for cherry jam (0.49) and orange marmalade (0.52). Imidacloprid presented a Pf of 0.59, that is similar to the factors 0.83 and 0.69 reported by BfR for orange marmalade. BfR (2017) did not report processing factors for chlorpyrifos, iprodione and propargite in jams or marmalade. Thus, even if the processing factor were estimated from spiked samples, there are consistent and similar to the Pf reported by BfR based on incurred residues.

Table 2 - Processing factors obtained in this study and processing factors reported by BfR for jams or marmalades.

Pesticides	Pf obtained	BfR compilation of Pf	BfR note (number of trials)
Carbendazim	0.54	0.49	cherry jam (n=2)
		1.50	peach jam (n=2)
		1.17	plum jam (n=4)
		0.52	orange marmalade (n=4)
Chlorpyrifos	0.32	-	no data
Imidacloprid	0.59	0.83	orange marmalade (n=2)
		0.69	orange marmalade (n=2)
Iprodione	0.50	-	no data
Propargite	0.45	-	no data

3.2. METHOD PERFORMANCE

3.2.1. RECOVERIES (%), RSD (%) AND MATRIX EFFECTS (%)

To ensure the method accuracy, recovery studies were performed analyzing acetonitrile extracts of fruit samples spiked at 500 µg kg-1 (with n=6 for group 1 and n=4 for group 2) and home-made peach jams spiked at 9 µg kg-1 (n=3). The results of recovery (%), RSD% and matrix effects (%) for the target pesticides according to the two groups of fruits and the home-made jam are shown in Table 3. Carbendazim presented average recoveries < 70% for both groups of fruits but the RSD were < 20%. For group 2, the low recoveries of carbendazim may have been caused by the negative matrix effects (suppression). Propargite also presented average recoveries < 70% for the group 2 of fruits but according to the SANTE Guidance Document (2017) a practical default range of 60-140 % is acceptable for recoveries in routine analysis specially when the RSD ≤ 20%.

Table 3 - Pesticides average recoveries (%) and relative standard deviation (RSD%) for the two groups of fruits (at 500 µg kg-1) and for home-made peach jams (at 9 µg kg-1). Matrix effects (%) were calculated from the slopes of the analytical curves prepared in blank matrix extracts of one representative commodity of each group of samples and in acetonitrile.

Pesticide	Fruits - group 1 (n=6)			Fruits - group 2 (n=4)			Jam (n=3)		
	Average Recovery (%)	RSD (%)	M.E.a (%)	Average Recovery (%)	RSD (%)	M.E.b (%)	Average Recovery (%)	RSD (%)	M.E. (%)
Carbendazim	69	12	-2	66	9	-21	86	3	-31
Chlorpyrifos	91	7	-11	80	9	-10	94	8	6
Imidacloprid	84	7	-7	70	15	-2	102	1	-20
Iprodione	106	18	1	83	7	-2	91	6	48
Propargite	85	8	-26	66	20	-12	92	2	18

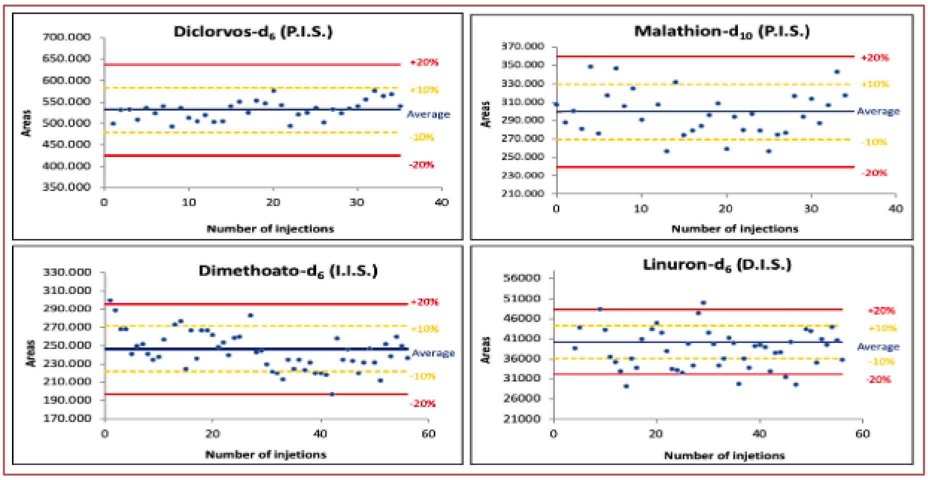
aAnalytical standards were prepared in blank apple extract. bAnalytical standards were prepared in blank orange extract.

3.2.2. INTERNAL STANDARDS

Areas the chromatographic peaks of the internal standards were used to ascertain the correct execution of the QuEChERS approach, dilution and injection of the extracts into the µLC-QTRAP-MS/MS equipment by assessing recoveries for the P.I.S. and RSD (%) for all internal standards. The average recoveries calculated for the P.I.S, diclorvos-d6 and malhtion-d10, were equal to 100 and 108%, respectively. Fig. 2 shows the graph of the I.S. peak areas repeatability according to the number of injections. The P.I.S., diclorvos-d6 and

malathion-d10 presented an RSD < 10% and < 20%, respectively, both calculated from 35 injections. The I.I.S., dimethoato-d6, and the D.I.S, linuron-d6, presented an RSD < 30%, both calculated from 56 injections.

Fig. 2. - Areas repeatability of the procedure internal standards (P.I.S.), diclorvos-d6 and malathion-d10, injection internal standard (I.I.S.), dimethoate-d6 and the dilution internal standard (D.I.S.) linuron-d6.



3.3. PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

PCA was used to search for any relation among the pesticides processing factors, their chromatographic and physicochemical characteristics (Tomlin, 2003) reported in Table 4. Pf, Rt, M.E. (calculated for the home-made jams) and physicochemical characteristics were treated as variables and each pesticide was treated as a case under analysis. Four principal components (PC) or latent factors were extracted and they represent together 100% of the total variance. But according to Kaiser's rule (Kaiser & Rice, 1974) just PC1 and PC2 with eigenvalues > 1 were considered. PC1 represents 55.43% of the total variance (eigenvalue of 4.99) and PC2 which represents 28.75% of the total variance (eigenvalue of 2.59). PC1 and PC2 represent together 84.18% of the variance.

When disposed in different units, the influence that data may cause on each other in the formation of the components should be eliminated (Vicini, 2005). Therefore the data of Table 4 were standardized. After standardization, the contribution of each characteristic in each factor is found by a correlation matrix between the original characteristic and the principal components (Table 5). Significant correlations occur when p < 0.05. For PC 1, the value of - 0.91 (Rt) and - 0.89 (M.E.) have the major contribution in the explanation of the factor. PC 2 has been better explained by the value of - 0.90 (V.p.).

Table 4 - Pesticides processing factors, retention times, matrix effects (%) and physicochemical characteristics.

Pesticide	Pf	Rt (min)	M.E.	M.W.	Sw (mg L-1)	Sacetone (g L-1)	Kow	D (g mL-1)	V.p. (mPa)	Henry's constant (Pa m3 mol-1)
Carbendazim	0.54	0.47	-31	191.2	8	0.3	1.38	1.45	0.15	3.6 x 10-3
Imidacloprid	0.59	0.84	-20	255.7	610	50	0.57	1.54	9 x 10-7	2 x 10-10
Iprodione	0.50	4.90	48	330.2	13.9	300	3	1.00	5 x 10-4	0.7 x 10-5
Chlorpyrifos	0.33	6.92	6	350.6	1.4	9.36	4.7	1.44	2.7	6.76 x 10-1
Propargite	0.45	7.29	18	350.5	0.215	1000	5.7	1.12	0.04	6.4 x 10-2
Pf: processing factor; Rt: retention time; M.E.: matrix effects calculated for the home-made jams; M.W.: molecular weight;										
Sw: water solubility; Sacetone: acetone solubility; Kow: water-octanol partition coefficient; D: density; V.p.: vapor pressure (at 25 oC).										

Table 5 - Correlation among the original data and the principal components (PC1 and PC2).

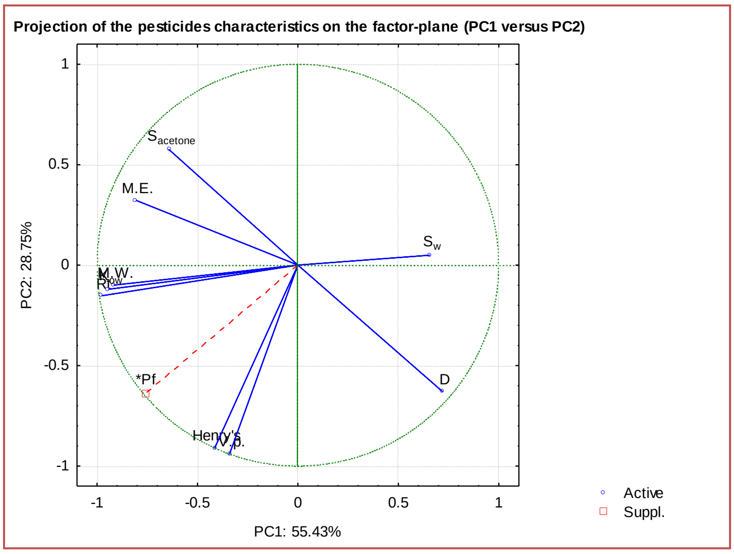
	PC1	PC2
Pf	0.69	0.58
Rt	-0.91	-0.12
M.E.	-0.89	0.41
M.W.	-0.87	-0.07
Sw	0.70	-0.05
Sacetone	-0.56	0.53
Kow	-0.86	-0.10
D	0.81	-0.70
V.p.	-0.27	-0.90
Henry's	-0.33	-0.88

Table 6 shows the factors scores of the PC extracted and the total variance explained. Based on the values of PC1 and PC2 is possible to realize that Pf are mainly correlated to their Rt, M.W., Kow, V.p. and Henry's constant. That is also demonstrated in Fig. 3, which shows the loading plot of PC1 versus PC2. In graphic of Fig. 3 the characteristics represent in the same quadrant, as V.p. and Henry's constant, have the similar representativeness and are directly correlated, while the ones in opposed quadrants (as Sw and D) have no influence on each other and are inversely correlated.

Table 6 - PCA factors scores. Just PC1 and PC2 with eigenvalues > 1 are considered.

	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Rt	-0.9779	-0.1529	0.1131	-0.0866
M.E.	-0.8082	0.3233	0.0989	0.4822
M.W.	-0.9181	-0.0995	0.3698	0.1023
Sw	0.6547	0.0492	0.7538	0.0272
Sacetone	-0.6413	0.5748	0.1404	-0.4885
Kow	-0.9450	-0.1203	-0.0331	-0.3024
D	0.7189	-0.6287	0.1418	-0.2605
V.p.	-0.3394	-0.9381	-0.0196	0.0664
Henry's	-0.4142	-0.9094	0.0319	0.0192
Pf*	-0.7596	-0.6371	-0.1165	-0.0599
Variance (%)	55.43	28.75	8.55	7.26

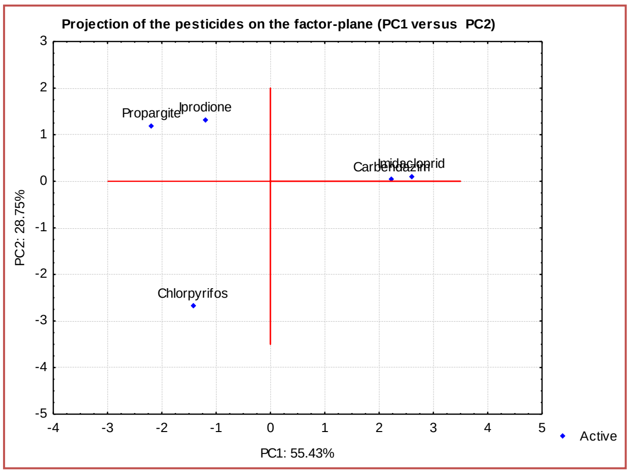
Fig. 3. Projection of the characteristics on the factor-plane of PC1 versus PC2.



The strong correlation found between the pesticides Pf and their V.p., Henrys's constant and Kow explains why chlorpyrifos has the lowest Pf among the five compounds. Chlorpyrifos has the highest V.p. and Henry's constant and the second highest Kow from the studied pesticides that is probably why chlorpyrifos was less transferred to the home-made jams.

Projection of the pesticides according to the PC1 and PC2 is demonstrated in Fig. 4. In this graph, pesticides with similar features (Table 4) as carbendazim, imidacloprid, iprodione and propargite are represented in the same quadrant and region of the graphic while chlorpyrifos, which presented the lowest Pf, is represented alone in another quadrant.

Fig. 4. Projection of the pesticides on the factor plane of PC1 versus PC2.



4. CONCLUSIONS

The five studied pesticides had their estimated processing factors within the range of 0.32 to 0.59. That represents a reduction from 41% to 68% of the pesticides concentrations in the jams when compared to the raw fruits. The Pf of carbendazim and imidacloprid were consistent with the ones reported by the German Federal Institute for risk assessment (BfR) compilation of processing factors, indicating that processing studies based on spiked samples provide suitable and consistent data when quality control is adopted. Chlorpyrifos, iprodione and propargite had no Pf reported by BfR for similar matrices, so it was not possible to compare the Pf obtained in this study with the literature.

PCA was used to search for any relation among the pesticides Pf, their chromatographic and physicochemical characteristics. Four principal components were extracted, PC1 and PC2 are the most important ones (eigenvalues > 1) and explained together 84.18% of the variance. The correlation matrix showed that retention times and matrix effects have the major contribution in the explanation of PC1 and vapor pressure explains better PC 2. The factor scores of PC1 and PC2 also confirmed that Pf are mainly correlated to their Rt, M.W., Kow, V.p. and Henry's constant while Sw and D are inversely correlated to the Pf.

The projection of the five pesticides in the factor-plane of PC1 versus PC2 grouped the pesticides according to their Pf, chromatographic and physicochemical characteristics. Propargite was grouped with iprodione and carbendazim with imidacloprid, which demonstrated those pesticides have similar features, while chlorpyrifos was not grouped with any other compound, being therefore the most heterogeneous among the studied pesticides.

Thus, the processing factors estimated in this study for carbendazim, chlorpyrifos, imidacloprid, iprodione and propargite may be used, in the future, as basis to set MRL for jams.

ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully acknowledge the EU Reference Laboratory for Fruits and Vegetables for the instrumental and technical support. Bárbara Reichert acknowledges the PhD scholarship from the CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil (Process 14234/13-0).

REFERENCES

[1] Abid, M., Yaich, H., Hidouri, H., Attia, H. & Ayadi, M. A. (2018). Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. Food Chemistry, 239, 1047–1054.

[2] Amvrazi, E. G. & Albanis, T. A. (2008). Multiclass pesticide determination in olives and their processing factors in olive oil: Comparison of different olive oil extraction systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 5700–5709.

[3] Belović, M., Torbica, A., Pajić-Lijaković, I., & Mastilović, J. (2017). Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. Food Chemistry, 237, 1226–1233.

[4] Bonnechère, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T. & Van Loco, J. (2012a). Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach. Food Control, 25, 397–406.

[5] Bonnechère, A., Hanot, V., Jolie, R., Hendrickx, M., Bragard, C., Bedoret, T. & Van Loco, J. (2012b). Processing Factors of Several Pesticides and Degradation Products in Carrots by Household and Industrial Processing. Journal of Food Research, 1, 68-83.

[6] Burchat, C. S., Ripley B. D., Leishman, P. D., Ritcey, G. M., Kakuda, Y., & Stephenson, G. R. (1998). The distribution of nine pesticides between the juice and pulp of carrots and tomatoes after home processing. Food Additives and Contaminants, 15, 61–71.

[7] Codex Alimentarius. Codex pesticides residues in food online database. (2018). http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/en/ Accessed 23.03.18.

[8] Da Silva, R. J. N. B. & Camões, M. F. G. F. C. (2010). Multivariate analysis of nutritional information of foodstuff of plant origin for the selection of representative matrices for the analysis of pesticide residues. Analytica Chimica Acta, 674, 9–19.

[9] Duan, J., Cheng, Z., Bi, J., & Xu, Y. (2018). Residue behavior of organochlorine pesticides during the production process of yogurt and cheese. Food Chemistry, 245, 119–124.

[10] European Commission DG-SANTE (2017). Guidance Document on Analytical Quality Control and Method Validation Procedures for Pesticides Residues Analysis in Food and Feed. SANTE/ /11813/2017.

[11] European Commission. Regulation (EC) NO 396/2005 of the european parliament and of the council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. (2005). http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:070:0001:0016:en:PDF Accessed 23.03.18.

[12] European Union. Council Directive 2004/84/EC of 10 June 2004 amending Directive 2001/113/EC relating to fruit jams, jellies and marmalades and sweetened chestnut purée intended for human consumption. (2004). https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/77e8c27e-3a7a-4593-b600-8cd827ae32f7/language-en Accessed 8.05.18.

[13] German Federal Institute for risk assessment (BfR). BfR data compilation on processing factors. (2017). http://www.bfr.bund.de/cm/349/bfr-compilation-of-processing-factors.xlsx Accessed 28.03.18.

[14] Han, Y., Liu, S., Yang, J., Zhong, Z., Zou, N., Song, L., Zhang, X., Li, X., & Pan, C., (2016). Residue behavior and processing factors of eight pesticides during the production of sorghum distilled spirits. Food Control, 69, 250-255.

[15] Huan, Z., Xu, Z., Jiang, W., Chen, Z., & Luo, J. (2015). Effect of Chinese traditional cooking on eight pesticides residue during cowpea processing. Food Chemistry, 170, 118–122.

[16] Kaiser, H. F. & Rice, J. (1974). Little jiffy, mark IV. Educational and Psychological Measurement, 34, 111–117.

[17] Kaushik, G., Satya,S., & Naik, S. N. (2009). Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. Food Research International, 42, 26–40.

[18] Kong, Z., Shan, W., Dong, F., Liu, X., Xu, J., Li, M., & Zheng, Y. (2012). Effect of home processing on the distribution and reduction of pesticide residues in apples. Food Additives & Contaminants: Part A, 29, 1280–1287.

[19] Li, M., Liu, Y., Fan, B., Lu, J., He, Y., Kong, Z., Zhu, Y., Jian, Q., & Wang, F. (2015). A chemometric processing-factor-based approach to the determination of the fates of five pesticides during apple processing. LWT - Food Science and Technology, 63, 1102–1109.

[20] López-Blanco, R., Moreno-González, D., Nortes-Méndez, R., García-Reyes, J. F., Molina-Díaz, A., & Gilbert-López, B. (2018). Experimental and theoretical determination of pesticide processing factors to model their behavior during virgin olive oil production. Food Chemistry, 239, 9–16.

[21] Martin, L., Mezcua, M., Ferrer,C., Gil Garcia, M. D., Malato, O., & Fernandez-Alba, A. R. (2013). Prediction of the processing factor for pesticides in apple juice by principal component analysis and multiple linear regression. Food Additives & Contaminants, 30, 466–476.

[22] Mohd Naeem, M. N., Mohd Fairulnizal, M. N., Norhayati, M. K., Zaiton, A., Norliza, A. H., Wan Syuriahti, W. Z., Mohd Azerulazree, J., Aswir, A. R., & Rusidah, S. (2017). The nutritional composition of fruit jams in the Malaysian Market. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 16, 89-96.

[23] Morrison, D. (1967). Multivariate statistical methods. McGraw-Hill, New York.

[24] OECD. OECD guideline for the testing of chemicals. Magnitude of the Pesticide Residues in Processed Commodities. (2008). https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264067622-en.pdf?expires=1525807077&id=id&accname=ocid54025470&checksum=F628A103167D6EAD6105A8F2146E1233 Accessed 11.04.18.

[25] Oliva, J., Cermeño, S., Cámara, M. A., Martínez, G., & Barba. A. (2017). Disappearance of six pesticides in fresh and processed zucchini, bioavailability and health risk assessment. Food Chemistry, 229, 172–177.

[26] Park, J. Y., Choi,J. H., El-Aty, A. M. A., Kim, B. M., Oh, J. H., Do, J. A., Kwon, K. S., Shim, K. H., Choi, O. J. Shin, S. C. & Shim, J. H. (2011).Simultaneous multiresidue analysis of 41 pesticide residues in cooked foodstuff using QuEChERS: Comparison with classical method. Food Chemistry, 128, 241–253.

[27] Pazzirota, T., Martin, L., Mezcua, M., Ferrer, C., & Fernandez-Alba, A. R. (2013). Processing factor for a selected group of pesticides in a wine-making process: distribution of pesticides during grape processing. Food Additives & Contaminants, 30, 1752–1760.

[28] Poulsen, M. E., Hansen, H. K., Sloth, J. J., Christensen, H. B., & Andersen, J. H. (2007). Survey of pesticide residues in table grapes: determination of processing factors, intake and risk assessment. Food Additives & Contaminants, 24, 886–895.

[29] Reichert, B., Pizzutti, I. R., Costabeber, I. H., Uclés, A. Herrera, S., & Fernández-Alba, A. R. (2015). Validation and application of micro flow liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the determination of pesticide residues in fruit jams. Talanta, 134, 415–424.

[30] Scholz, R., Herrmann, M., & Michalski, B. (2017). Compilation of processing factors and evaluation of quality controlled data of food processing studies. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 12, 3–14.

[31] Škrbić, B. & Mladenović, N. D. (2007). Principal component analysis for soil contamination with organochlorine compounds. Chemosphere, 68, 2144–2152.

[32] Tomlin, C. D. S. (2003). The Pesticide Manual. Thirteenth Edition. British Crop Protection Council (BCPC), Hampshire, UK.

[33] Uclés Moreno, A., Herrera López, S., Reichert, B., Lozano Fernández, A., Hernando Guil, M. D., & Fernández-Alba, A. R. (2015). Microflow liquid chromatography coupled to mass spectrometry-an approach to significantly increase sensitivity, decrease matrix effects, and reduce organic solvent usage in pesticide residue analysis. Analytical Chemistry, 87, 1018–1025.

[34] Vicini, L. (2005). Análise multivariada da teoria à prática. Santa Maria: UFSM, CCNE. 215 p.

Capítulo 14

Avaliação das condições sanitárias de uma pizzaria situada no municipio de Uberlândia-MG: Um estudo de caso

Nayara de Oliveira Costa Teixeira
Vitória Regina Bessa
Elaine Alves dos Santos

Resumo: Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade microbiológica de mãos de manipuladores, superfícies de equipamentos e bancadas, bem como as condições higiênico-sanitárias de uma pizzaria situada na zona leste no município de Uberlândia-MG. Foram realizadas análises microbiológicas para Staphylococcus coagulase positiva, Coliformes Termotolerantes e aeróbios mesófilos em mãos de manipuladores, superfícies de bancadas e equipamentos. Para a avaliação das condições higiênico-sanitárias utilizou-se a lista de verificação (check list) baseada na RDC - nº 275 de outubro de 2002. Constatou-se contaminação por aeróbios mesófilos em todas as amostras analisadas, onde nas bancadas e mãos de manipuladores obtiveram contagens elevadas, acima dos limites, atingindo valores da ordem de 105 UFC/cm2 para bancadas e 104UFC/mãos para mãos de manipuladores. Já para os equipamentos, as contagens se encontraram dentro dos limites recomendados, 2,7 x 101 e 3,4 x 101UFC/cm2. Para todas as amostras, não foram detectadas contaminações por Coliformes Termotolerantes e Staphylococcus coagulase positiva. Em relação às condições higiênicas sanitárias, os resultados mostraram muitas não conformidades na pizzaria em estudo, a qual foi classificada como deficiente (Grupo III - 0 a 50% de itens atendidos). Faz-se necessária à implantação de medidas de controle higiênicas e sanitárias no estabelecimento estudado, contribuindo assim para a produção de alimentos seguros à saúde do consumidor.

Palavras-chave: qualidade microbiológica; pizzaria; lista de verificação; boas práticas de fabricação.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos fora de casa aumentou substancialmente nos últimos anos, porém, os consumidores estão cada vez mais exigentes, buscando além da praticidade, alimentos saudáveis, nutritivos, seguros e saborosos (CRUZ et al., 2013).

As Boas Práticas de Fabricação consistem em um conjunto de princípios e regras de higiene garantindo que o produto final seja de qualidade e seguro para o consumidor (SANTOS & BONNAS, 2012).

Essas práticas têm como objetivo prevenir a contaminação dos alimentos por micro-organismos patogênicos e deteriorantes. É fundamental a aplicação de boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores de alimentos (CUNHA et al., 2012).

A agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define como devem ser os procedimentos e padrões de qualidade obrigatórios na produção de alimentos prontos para consumo. As Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC), servem como base para a execução do trabalho da ANVISA (ALMEIDA et al., 2012).

Emerge necessidade de treinamento contínuo, bem como controle regular a ser realizado por profissionais que possam orientar e verificar os métodos utilizados pelos manipuladores de alimentos. A limpeza incorreta das mãos, superfícies, tábuas de corte, devido à falta de saneantes contribui para a contaminação microbiológica (ROSSI et al., 2018).

Os manipuladores de alimentos são importantes veiculadores de contaminação, quando praticam hábitos de higiene inadequados, comprometem diretamente a inocuidade dos produtos. Outra importante forma de contaminação são os equipamentos e utensílios utilizados por estabelecimentos processadores de alimentos, quando esses não são higienizados adequadamente passam a ser, desencadeadores de contaminação, podendo ocasionar perigo biológico ou até mesmo perigo químico (SANTOS & BONNAS, 2012).

Um alimento seguro é aquele ausente de perigos de natureza química, física ou biológica, onde um alimento que não foi manipulado de forma correta é um alimento considerado inadequado ao consumo, sendo um risco à saúde pública (GERMANO & GERMANO, 2008).

O presente estudo teve por objetivo a avaliação microbiológica de mãos de manipuladores, superfícies de bancadas e equipamentos, e o emprego de Boas Práticas de Fabricação em uma pizzaria situada na zona leste no município de Uberlândia-MG, contribuindo assim para a produção de alimentos seguros.

2 MATERIAL E METODOS

O presente trabalho teve como objeto de estudo uma pizzaria que comercializa produtos prontos para o consumo, situada na zona leste do município de Uberlândia-MG. O trabalho foi realizado no período de abril a dezembro de 2014. O estabelecimento comercial fornece pizzas assadas, no salão do próprio local e a domicílio, com funcionamento no período noturno das 18:00 às 00:00 horas. Por semana são produzidas cerca de 450 pizzas para atender a demanda dos consumidores. A pizzaria possui alvará de sanitário para funcionamento e é cadastrada na Vigilância sanitária do referido município.

2.1 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DA PIZZARIA

Com o objetivo de verificar as condições higiênico-sanitárias da pizzaria, foi aplicada uma lista de verificação “check list” adaptada da RDC nº 275 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002).

Por meio da aplicação da lista de verificação foi possível avaliar três critérios: higienização das instalações; equipamentos, móveis e utensílios; e avaliação das condições de higiene e conduta pessoal dos manipuladores.

Após a aplicação da lista de verificação, o estabelecimento foi classificado em relação ao percentual de conformidades detectadas, de acordo com a RDC nº 275 (BRASIL, 2002). A pizzaria foi classificada da seguinte maneira:

- GRUPO I – BOM – 75 A 100% dos itens atendidos;
- GRUPO II – REGULAR – 51 A 75% dos itens atendidos;

- GRUPO III – DEFICIENTE – 0 A 50% dos itens atendidos.

2.2 AVALIAÇÕES MICROBIOLOGICAS

Foram realizadas avaliações microbiológicas dos equipamentos, bancadas e mãos de dois manipuladores, com o objetivo de verificar se as Boas Práticas de Fabricação (BPF's) estavam sendo aplicadas pelo estabelecimento em estudo. As análises microbiológicas foram executadas em triplicata, de acordo com a metodologia descrita por Silva, et al. (2010) no Laboratório de Microbiologia II do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberlândia.

Para a realização das análises, foram pesquisados Coliformes Termotolerantes, Staphylococcus coagulase positiva e aeróbios mesófilos.

Foram colhidas assepticamente amostras da masseira, fatiador de frios, três bancadas e das mãos de dois manipuladores, com auxílio de swabs estéreis mergulhados em solução salina 0,1%. Para a coleta das amostras dos equipamentos e bancadas, foram utilizados delimitadores 5x5cm previamente esterilizados (SILVA et al, 2010).

2.3 HIGIENE DAS MÃOS DOS MANIPULADORES, EQUIPAMENTOS E BANCADAS

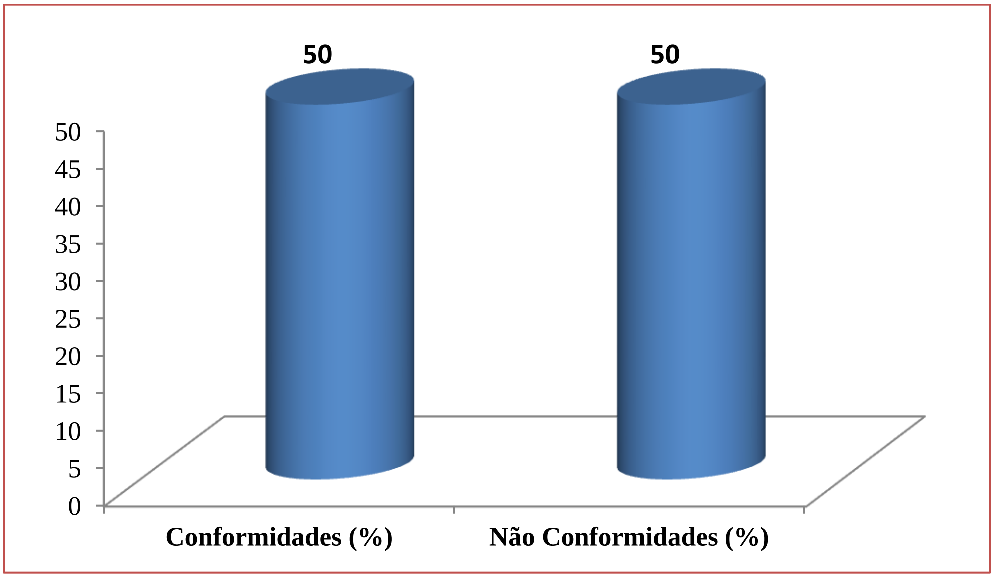
Nas mãos dos manipuladores e nos equipamentos e bancadas foi realizada pesquisa de Coliformes Termotolerantes, Staphylococcus coagulase positiva e aeróbios mesófilos. As amostras foram colhidas assepticamente de acordo com a técnica do esfregaço de superfície utilizando-se "swabs" estéreis mergulhados em solução salina 0,1% (SILVA et al, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DA PIZZARIA EM ESTUDO

O perfil higiênico-sanitário geral da pizzaria está expresso na Figura 1.

Figura 1. Perfil higiênico-sanitário geral da pizzaria.



De acordo com o perfil higiênico-sanitário geral encontrado na pizzaria, a mesma foi classificada no Grupo III "Deficiente" (0 a 50% dos itens atendidos), de acordo com a classificação preconizada pela RDC nº 275/2002 (BRASIL, 2002), sendo assim, o estabelecimento estudado foi reprovado de acordo com a legislação vigente, sendo inadequado para a produção de alimentos seguros.

Devido ao resultado insatisfatório da pizzaria, é importante salientar a necessidade da aplicação das BPF's, garantindo a qualidade sanitária dos alimentos (MARTINS et al., 2011).

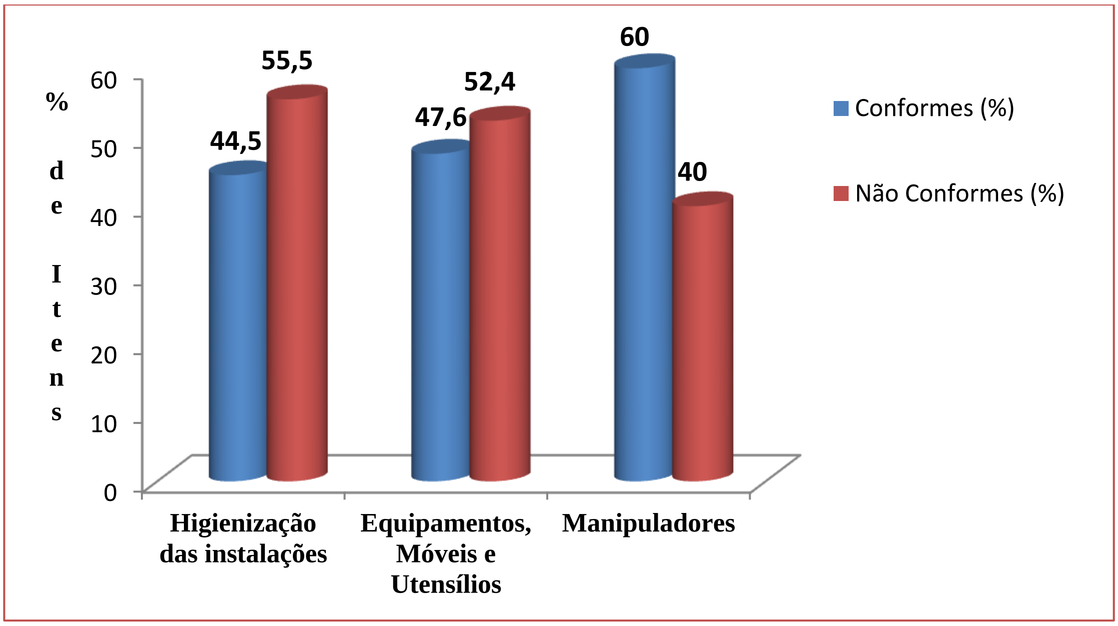
De acordo com Campos et al. (2009), em pesquisa realizada em panificadoras da região central de Goiânia-Goiás, 90% das panificadoras avaliadas apresentaram um percentual elevado de não conformidades, com média de 22,4% e foram classificadas no Grupo III (insatisfatório), o mesmo grupo o qual ficou classificado o estabelecimento do presente estudo, apresentando 50% de inadequação de acordo com a pesquisa realizada.

Morais et al. (2009) avaliando as Boas Práticas de Fabricação em lanchonetes situadas no município de Uberlândia-MG, detectaram que, em uma das lanchonetes avaliadas obteve-se 57,93% de não conformidade, semelhantemente ao resultado encontrado neste estudo.

Segundo Siqueira et al. (2011), em estudo realizado em lanchonetes do hipercentro de Belo Horizonte, MG, na verificação das boas práticas de fabricação, foi observado que 92,5% das lanchonetes visitadas foram classificadas no Grupo III (deficiente). Esses resultados estão de acordo com o pesquisado no presente estudo.

Os percentuais de conformidade e não conformidade segundo os três critérios avaliados através da aplicação da lista de verificação (check list) estão representados na Figura 2.

Figura 2. Condições higiênico-sanitárias da pizzaria conforme cada critério avaliado



Nos resultados encontrados no quesito higienização das instalações, foi detectado que 55,5% estavam em desacordo com a legislação vigente RDC nº 275 (BRASIL, 2002). Resultado também insatisfatório foi encontrado por Campos et al. (2009), que detectou para higienização das instalações 70,0% de não conformidade, demonstrando necessidade de melhorias neste aspecto avaliado.

Resultado semelhante ao do presente estudo foi encontrado por Guimarães & Figueiredo (2010), para equipamentos, móveis e utensílios, obtendo-se valores de não conformidade de 38,1% e 52,4% em panificadoras localizadas no Pará.

Coutinho et al. (2013), avaliando as Boas Práticas em padaria da cidade de João Pessoa, PB, na aplicação do check list obteve para o quesito equipamentos, móveis e utensílios, a mesma porcentagem de não conformidade encontrada no presente estudo, que foi de 52,4%.

Em pesquisa realizada por Silva et al. (2011), avaliando as boas práticas em duas panificadoras do município de Porto Velho-RO, foi percebido que o item higienização de equipamentos e utensílios encontrava-se em desacordo nas duas panificadoras avaliadas A e B, onde na panificadora A obteve

11,12% de conformidade, e na panificadora B obteve 55,56% de conformidade, próximo ao encontrado no presente estudo que foi de 47,6% de conformidade para esse quesito.

Ao analisar os quesitos higienização das instalações e equipamentos, móveis e utensílios, pode-se verificar que não existia uma higienização completa, pois, não era realizada a etapa de sanitização, e frequência de limpeza inadequada, e ainda se fazia uso de produtos de limpeza sem registro no Ministério da Saúde. Outras inadequações encontradas foram: equipamentos como refrigeradores e geladeiras sem aferidor de temperatura; inexistência de planilhas com registro de temperaturas; os equipamentos e maquinários não passavam por manutenção preventiva, e o uso inadequado dos produtos de higienização sem obedecer às instruções recomendadas pelo fabricante, ou seja, sem fazer as diluições corretas.

Em relação ao aspecto manipuladores foram detectadas as seguintes não conformidades: uniformes incompletos e sujos; troca de uniforme não realizada todos os dias; os manipuladores não lavam e desinfetam as mãos como a frequência recomendado, antes de iniciar a manipulação de alimentos, após usar o banheiro, sempre que pegar em lixo e ao mudar de atividade.

As principais adequações detectadas foram: superfícies em contato com alimentos, lisas, íntegras, impermeáveis, resistentes a corrosão, de fácil higienização e não contaminante; produtos de higienização identificados e acondicionados em local adequado; disponibilidade e adequação dos utensílios necessários à realização das operações e em bom estado de conservação; os colaboradores não fazem uso de adornos; estão sempre com os cabelos completamente cobertos por toucas; as unhas sempre limpas, curtas e sem esmalte; os manipuladores retiram o avental antes de ir ao banheiro ou sair da área de trabalho; os visitantes não entram na área de manipulação sem estarem devidamente trajados.

Aplevicz et al. (2008) avaliaram 34 estabelecimentos situados na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, onde do total dos restaurantes comerciais, 58,8% estão em desacordo quanto ao item equipamentos, móveis e utensílios, dentre essas empresas analisadas, nenhuma possuía um programa de manutenção preventiva implantado. O que é um descaso, pois as manutenções preventivas evitam problemas nos equipamentos. O mesmo problema foi encontrado no presente estudo, que também não possuía nenhum programa de manutenção preventiva.

Na higienização das instalações, não era realizada a diluição dos produtos, pois os manipuladores de alimentos não sabiam como fazer, e também não havia existência de planilha para comprovar os registros de temperatura e manutenção dos equipamentos. Os mesmos problemas foram encontrados por Debiase & Barcelos (2011), em pesquisa realizada em setor de panificação na cidade Braço do Norte, SC.

Ao analisar a situação da higienização das instalações e equipamentos, foi detectado respectivamente, 44,5% e 47,6% de adequação, estando em desacordo com a legislação vigente. Resultado mais insatisfatório foi encontrado por Siqueira et al. (2011) que, para os dois quesitos detectou 36,2% e 11,5% de adequação apenas, em lanchonetes de Belo Horizonte, MG.

O principal item não conforme para equipamentos e utensílios, foi a limpeza inadequada dos mesmos, onde não era realizada a etapa de sanitização. O mesmo resultado foi observado por Machado et al. (2011), onde as maiores inconformidades das padarias avaliadas foram a respeito da limpeza/desinfecção, os utensílios eram apenas lavados muitas vezes com produtos não registrados no Ministério da Saúde, e armazenados em prateleiras que nem sempre se mantinham limpas, acumulando pó.

Para o item manipuladores de alimentos, a principal não conformidade, foi a não frequência na lavagem das mãos. Debiasi & Barcelos (2011), em estudo realizado no setor de panificação no município de Braço do Norte, SC, detectou que a higienização das mãos era realizada esporadicamente, ao contrário do preconizado pela legislação RDC n° 275, a qual preconiza que as mãos devem ser realiada a cada troca de função (BRASIL, 2002).

Os resultados encontrados no presente estudo são considerados insatisfatórios do ponto de vista higiênico-sanitário e de atendimento às legislações vigentes sabendo-se da importância da qualidade e da segurança dos alimentos para garantia da saúde e satisfação dos consumidores.

3.2 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS EQUIPAMENTOS E BANCADAS

De acordo com os resultados obtidos através das análises microbiológicas realizadas (Tabela 1), não foi evidenciada contaminação por Coliformes Termotolerantes e Staphylococcus coagulase positiva, para os equipamentos e bancadas estudados, demonstrando resultados satisfatórios para esses micro-organismos.

Nas análises realizadas para bactérias aeróbias mesófilas foram observadas contaminação nos dois equipamentos e contagens elevadas nas três bancadas analisadas no presente estudo.

Tabela 1. Perfil microbiológico dos equipamentos e bancadas segundo cada agente bacteriológico pesquisado.

Equipamentos e Móveis	Coliformes Termotolerantes (NMP/cm^2)	Staphylococcus coagulase positiva (UFC/cm^2)	Aeróbios Mesófilos (UFC/cm^2)
Fatiador de frios	< 3x 101	< 1 x 101	3,4 x 10^1
Masseira	< 3 x 101	< 1 x 101	2,7 x 10^1
Bancada 1	< 3 x 101	< 1 x 101	3,2 x 105
Bancada 2	< 3 x 101	< 1 x 101	5,5 x 104
Bancada 3	< 3 x 101	< 1 x 101	1,6 x 105

A não contaminação por Coliformes Termotolerantes e Staphylococcus coagulase positiva evidenciam estado de saúde adequado dos manipuladores e ainda adoção de práticas de manipulação satisfatórias. Foi evidenciada elevada contagem de colônias aeróbias mesófilas, tendo-se como referência as recomendações da APHA (2001), que preconiza uma contagem de até 2 UFC/cm2 para superfícies de bancadas e 100 UFC/área amostrada de equipamentos. Sendo assim, as bancadas examinadas encontravam-se fora do limite recomendado, obtendo-se resultados insatisfatórios, porém, os equipamentos encontravam-se dentro dos limites recomendados.

A contagem de mesófilos nas bancadas avaliadas atingiu valores da ordem de 105UFC/cm2 e, em equipamentos contagens menores, da ordem de 101UFC/cm2. Para as bancadas foram encontrados valores muito superiores ao recomendado pela APHA, o que demonstra a necessidade do emprego de Boas Práticas de Fabricação (BPF's) com urgência, realizando uma higienização mais eficiente. Neste estabelecimento não foi evidenciada a realização da etapa de sanitização dos equipamentos e bancadas, podendo este fato justificar tamanha contaminação.

De acordo com pesquisa realizada por Coelho et al. (2010) as contagens de mesófilos em utensílios atingiu valor na ordem de 108 UFC/cm2 e, em equipamentos, contagem de 107 UFC/cm2, valores muito superiores recomendados pela APHA, podendo acarretar na formação de biofilmes, pois segundo Andrade et al. (1998) para ser considerado um biofilme, é necessário um número mínimo de 107 células aderidas por cm2.

Para Silva Jr. (2001) é difícil a adequação ao padrão americano, preconizando uma contagem menor ou igual a 50 UFC/cm2 para equipamentos e superfícies, em razão às condições de temperatura ambiental no Brasil. Os resultados das contagens dos equipamentos deste estudo estão de acordo com este autor em relação aos agentes bacteriológicos pesquisados.

3.3 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS MÃOS DOS MANIPULADORES

De acordo com os resultados obtidos através das análises microbiológicas realizadas nas mãos dos manipuladores (Tabela 2), não foi evidenciado contaminação por Coliformes Termotolerantes e Staphylococcus coagulase positiva, já para as bactérias aeróbias mesófilas apresentaram contagens elevadas.

Tabela 2. Perfil microbiológico das mãos dos manipuladores segundo cada agente bacteriológico pesquisado.

Manipuladores	Coliformes Termotolerantes (NMP/mão)	Staphylococcus coagulase positiva (UFC/mão)	Aeróbios Mesófilos (UFC/mão)
M1	< 3x 101	< 1 x 101	4,3 x 104
M2	< 3 x 101	< 1 x 101	$7{,}4 \times 10^2$

A contaminação por micro-organismos aeróbios mesófilos é indicativa de procedimentos de higiene das mãos dos manipuladores adotados de maneira incorreta. A contaminação de superfícies e mãos de manipuladores de alimentos por micro-organismos aeróbios mesófilos é indicativa de micro-organismos patogênicos, demonstrando condições de higiene carentes de melhorias e um risco potencial à saúde dos consumidores.

Comparando os resultados obtidos na Tabela 2 do presente estudo, com os dados da literatura, em relação aos Coliformes Termotolerantes e Staphylococcus coagulase positiva, é possível observar que as mãos dos manipuladores apresentaram contagens inferiores aos encontrados em outros estudos.

De acordo com Sacool. (2007) na contagem total de micro-organismos mesófilos aeróbios em mãos de manipuladores, em estudo realizado em serviço de alimentação do Rio Grande do Sul, detectou que 100% das amostras ultrapassaram o limite de 2 x 103UFC/mãos.

Apesar das altas contagens observadas para aeróbios mesófilos nas mãos dos manipuladores e nas superfícies de bancadas, a não ocorrência de contaminação por Coliformes Termotolerantes e Staphylococcus coagulase positiva diminui o risco de Doenças Transmitidas pelos Alimentos (DTA´s) pela ausência desses patógenos nas superfícies estudadas.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através das análises microbiológicas realizadas na pizzaria estudada, foi possível concluir que as condições sanitárias se encontravam parcialmente inadequadas, emergindo à necessidade de melhorias nos procedimentos de higienização de superfícies e anti-sepsia das mãos de manipuladores, contribuindo para a produção de alimentos seguros.

Em relação aos resultados obtidos através da lista de verificação (check list), conclui-se que o estabelecimento necessita de muitas melhorias para ser classificado como bom. Sendo assim, é necessário o estabelecimento em estudo adequar-se as Boas Práticas de Fabricação (BPF's), evitando altas contaminações bacterianas e consequente desencadeamento de doenças transmitidas por alimentos.

REFERÊNCIAS

[1] ALMEIDA, G. L., COSTA, S. R. R., GASPAR, A. A gestão da segurança dos alimentos em restaurante comercial. Revista Higiene Alimentar, v. 26, n. 208/209, p. 42-46, 2012.

[2] ANDRADE, N. J.; BRIDGEMAN, T. A.; ZOTTOLA, E. A. Bacteriocidal activity of sanitizers against Enterococcus faecium attached to stainless steel as determined by plate count and impedance methods. Journal of Food Protection, Des Moines, v. 61, n. 7, p. 833-838, 1998.

[3] APHA. American Public Health Association. Examination of Foods. 4th ed. Washington, D. C. Chapter 34. 2001, 325-330 p.

[4] APLEVICZ, K. S., SANTOS, L. E. S., BORTOLOZO, E. A. F. Q. Boas Práticas de Fabricação em serviços de alimentação situados no Estado do Paraná. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 04, n. 02, p. 122-131, 2008.

[5] BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de Outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial da União; Brasília, DF, 23 de Outubro de 2002, seção 1, p. 126.

[6] BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de set. de 2004, Seção 1, p. 25.

[7] BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Regulamenta a lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada, institui a política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – PNSAN, estabelece os parâmetros para a elaboração do plano nacional de segurança alimentar e nutricional. Diário Oficial da União; Brasília, 26 de agosto de 2010, p. 6.

[8] CAMPOS, M. R. H.; SILVA, A. C. M.; DEUS, G. I.; SERAFINI, A. B. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de panificadoras da região central de Goiânia-Goiás. Revista Higiene Alimentar, v. 23, n. 170/171, mar./abr., p. 33-34, 2009.

[9] COELHO, A. F. S. Aplicação das Boas Práticas por manipuladores de alimentos em lanchonetes da universidade federal do Tocantins. Revista Higiene Alimentar, v. 26, n. 206/207, mar./abr., p. 37-42, 2012.

[10] COUTINHO, E. P.; ISHIHAVA, Y. M.; OLIVEIRA, L. A.; FERREIRA, V. C. S.; MOREIRA, R. T.; SILVA, J. M. Aplicação de check list para avaliação das Boas Práticas em padaria da cidade de João Pessoa, PB. Revista Higiene Alimentar, v. 27, n. 220/221, maio/jun., p. 56-61, 2013.

[11] CRUZ, F. F., SILVEIRA, J. T., AQUINO, I. C., APOLI, F. P. Análise das Condições higiênico-sanitárias de uma pizzaria no interior do Rio Grande do Sul. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. V. 05, n. 2, 2013. Disponível em: http://publicase.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/6912. Acesso em: 26/02/2015.

[12] CUNHA, D. T., LIMA, A. F. A., STEDEFELDT, E. Programa de formação para manipuladores de alimentos, em UANs de Escolas atendidas pelo PNAE. Revista Higiene Alimentar, v. 26, n. 208/209, p. 35-41, 2012.

[13] DEBIASI, C. B.; BARCELOS, M. Boas Práticas no setor de panificação de um supermercado localizado no município de Braço do Norte, SC. Revista Higiene Alimentar, edição temática, v. 25, n. 2, p. 77-82, 2011.

[14] GERMANO, P. M. L; GERMANO, M. I. S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos. 3. Ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2008.

[15] GUIMARÃES, S. L.; FIGUEIREDO, E. L. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de panificadoras localizadas no município de Santa Maria do Pará-PA. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 04, n. 02, p. 198-206, 2010.

[16] MACHADO, N. B. L.; GONÇALVEZ, L. P.; PEREIRA, R. A. C. B. Condições higiênico-sanitárias de panificadoras do município de Bauru, SP. Revista Higiene Alimentar, v. 25, n. 202/203, nov./dez., p. 29-35, 2011.

[17] MARTINS, R. B.; HOGG, T.; OTERO, J. G. Food handlers' knowledge on food hygiene: The case of a catering company in Portugal. Food Control, Guildford, v. 23, n. 1, p. 184-90, 2011.

[18] MORAIS, E. B.; JESUS, E. J.; BONNAS, D. S. Boas Práticas de Fabricação (BPF) em lanchonetes do município de Uberlândia-MG. Revista Higiene Alimentar, v. 23, n. 170/171, mar./abr., p. 44-45, 2009.

[19] ROSSI, E. M.; BEILKE, L.; BARRETO, J. F. Microbial contamination and good manufacturing practices in school kitchen. Journal Food Safety. v. 38, n. e12417, 2018.

[20] SACCOL, A. L. F. Sistematização de ferramenta de apoio para boas práticas em serviço de alimentação [tese]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 2007.

[21] SANTOS, E. A., BONNAS, D. S. Boas Práticas de Fabricação em abatedouros de aves fiscalizados pelo serviço de Inspeção Municipal de Uberlândia, MG. Revista Higiene Alimentar, v. 26, n. 208/209, p. 47-52, 2012.

[22] SILVA, A. M.; JINKINGS, J. C.; SILVA, J. M. A. Avaliação das boas práticas em duas panificadoras do município de Porto Velho-RO. Rev. Higiene Alimentar, edição temática, v. 25, n. 2, p. 83-88, 2011.

[23] SILVA, J. R. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. 4. ed. São Paulo: Varela, 2001. 107p.

[24] SILVA, N. et al. Manual de Métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4. Ed. São Paulo: Varela, 2010. 624 p.

[25] SIQUEIRA, K. S.; RODRIGUES, G. K. D.; ROSSI, C. F. Verificação das Boas Práticas de Fabricação em lanchonetes do hipermercado de Belo Horizonte, MG. Revista Higiene Alimentar, v. 25, n. 198/199, jul./ago., p. 31-35, 2011.

Capítulo 15

Programa sanitário operacional: Estudo de caso em um matadouro-frigorífico de aves e coelhos localizado no estado de Mato Grosso

Erika Cristina Rodrigues
Neiva Maria de Souza
Krishna Rodrigues de Rosa
Márcia Helena Scabora
Raquel Cardoso Cavalcanti
Patrícia Aparecida Testa

Resumo: Os procedimentos sanitários das operações são aquelas medidas tomadas com o intuito de evitar falhas nas etapas de produção que possam causar prejuízo às condições sanitárias dos alimentos. Objetivou-se verificar todas as etapas do abate de aves, desde a chegada dos animais ao estabelecimento até a expedição do produto quanto à adequação ao programa sanitário das operações de um matadouro de aves e coelhos localizado no estado de Mato Grosso. O estudo foi realizado em um matadouro-frigorífico de aves e coelhos situado no MT, cujo volume médio diário de abate é de 130.000 aves, trabalhando em dois turnos de segunda a sexta-feira. Dos 34 dias monitorados foi constatado que em somente oito obteve-se não conformidades em PSO. Conclui-se que nenhuma empresa está isenta de possuir não conformidade no programa sanitário das operações e que mesmo com adoção de medidas preventivas e corretivas as não conformidades no mesmo costumam ser reincidentes.

Palavras-chave: frango de corte, abatedouro industrial, programas de autocontrole, segurança alimentar.

*Artigo publicado como resumo expandido em Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos [recurso eletrônico], ISBN online 978-85-89123-06-8, 24 a 27 de outubro de 2016, Gramado/RS: SBCTA Regional, RS, 2016.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil começou a se desenvolver pelos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais onde, tão logo, a partir da década de 60 foi se intensificando com a introdução do sistema de integração no estado de Santa Catarina, além também da melhoria genética e a produção em larga escala (Carmo, 1999; Baptistotte, 2011).

Nos últimos anos, a avicultura brasileira passou por extraordinárias transformações, tornando o Brasil um dos maiores produtores e exportadores de aves do mundo. O setor avícola passou de uma operação em nível de proprietário de granja para uma economia de escala, possível pela associação de numerosos produtores individuais fornecendo para uma empresa também com capacidade de abate em larga escala (Gonçalves, 2008).

A cadeia produtiva de frango de corte no Brasil destaca-se como uma atividade com alto nível tecnológico, geradora de empregos e renda para a população brasileira. A alta produtividade e eficiência dessa cadeia tornaram possível o domínio do mercado internacional da carne de frango, tornando este produto um dos principais na lista dos exportados pelo país (Zamudio et al., 2009).

A carne é um dos principais alimentos veiculadores de microrganismos, por apresentar alto teor em nutrientes, pH e atividade de água favoráveis ao desenvolvimento microbiano (Luchese, 2003). Por isso é importante certificar que a produção seja realizada em condições adequadas de higiene, a fim de garantir a qualidade e segurança dos produtos cárneos, por meio de controles no processo produtivo (Barros et al., 2007).

Os procedimentos sanitários das operações (PSO) são aquelas medidas tomadas com o intuito de evitar falhas nas etapas de produção que possam causar prejuízo às condições sanitárias dos alimentos, desde o risco de contaminação física, química ou microbiológica até não conformidades relacionadas à rastreabilidade e segregação de produtos conforme seu destino final nas câmaras de estocagem (Cordeiro, 2009).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é verificar todas as etapas do abate de aves, desde a chegada dos animais ao estabelecimento até a expedição do produto quanto à adequação ao programa sanitário das operações de um matadouro de aves e coelhos localizado no estado de Mato Grosso, identificando as possíveis não conformidades e fontes de contaminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um matadouro-frigorífico de aves e coelhos situado no Estado de Mato Grosso, do dia 01/09/2015 a 21/10/2015, onde o volume médio diário de abate do mesmo era de 130.000 aves, trabalhando em dois turnos de segunda a sexta-feira.

Neste trabalho o documento base utilizado foi o programa sanitário das operações (PSO) sendo que na elaboração do mesmo a empresa estudada baseou-se na Portaria nº 210/1998 e Circular n°175/2005 (Brasil, 1998; Brasil, 2005).

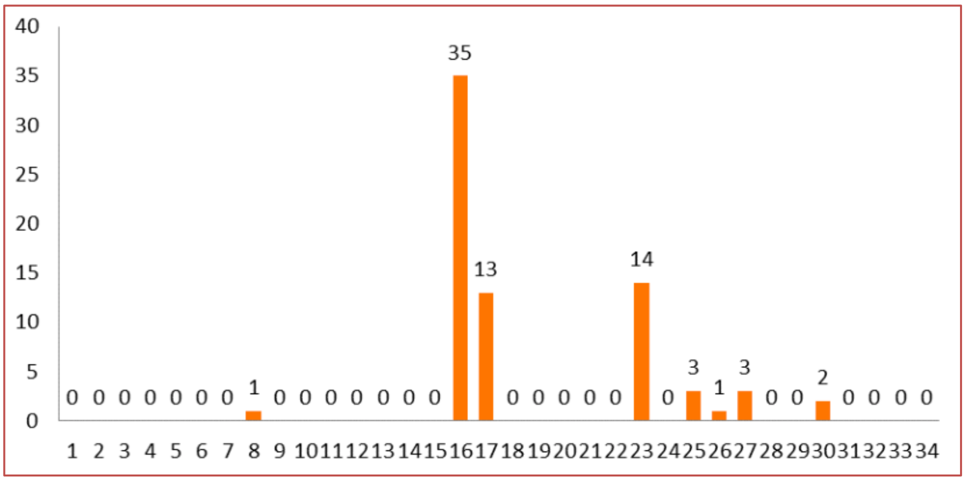
O delineamento estatístico foi descritivo inteiramente casualizado, avaliando-se um matadouro-frigorífico de aves e coelhos durante 34 dias de produção (abate) em 27 setores produtivos onde se acompanhou os monitores da empresa responsáveis pelo monitoramento e controle do PSO seguindo a frequência e pontos de controle conforme descrito no plano da empresa em questão, onde a garantia da qualidade faz a verificação in loco diariamente por turno de 20% dos pontos sendo que ao final de uma semana todos os PSO's devem ter sido avaliados e registrados suas ações corretivas e preventivas cabíveis caso assim o tenha sido necessário.

Posteriormente os dados coletados foram tabulados em planilha Excel versão 2010 (Microsoft Windows 7) e interpretados conforme descrito no programa de autocontrole da empresa estudada, sendo que os resultados foram expressos em tabelas e gráfico de barras suportado pelo programa Excel demonstrando os dias onde houve a constatação de não conformidade e a quantidade das mesmas por dia avaliado por setor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 têm-se os resultados das verificações de PSO durante os 34 dias de estudo, por dia avaliado, no matadouro-frigorífico de aves e coelhos.

Figura 1. Descrição da quantidade de não conformidades em PSO por dia estudado.



Fonte: Próprio autor (2016).

Pelo demonstrado na Figura 1 tem-se que dos 34 dias analisados foram encontradas não conformidades em apenas 08 dias de produção, onde os setores produtivos incriminados por gerarem não conformidades no PSO estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição das não conformidades em PSO por setor produtivo avaliado.

	Datas de monitoramento com presença de não conformidades							
Quantidade de NC* / setor produtivo	11/set	23/set	24/set	02/out	06/out	07/out	08/out	14/out
Recepção	0	1	0	0	0	0	0	0
Pendura	0	0	0	0	0	0	0	0
Sangria	0	0	0	0	0	0	0	0
Escaldagem	0	0	0	0	0	0	0	0
Depenagem	0	0	0	0	0	0	0	0
Sala de miúdos	0	1	1	3	1	0	0	0
Evisceração	0	0	0	0	0	0	0	0
Pré-chiller	0	0	0	0	0	0	0	0
Chiller 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Chiller 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Rependura	0	0	0	0	0	0	0	0
Sala de cortes	0	21	7	7	2	1	3	1
Sala de caixas plásticas	0	2	0	0	0	0	0	1
Embalagem primária	0	0	0	0	0	0	0	0
Embalagem secundária	0	1	1	0	0	0	0	0
IQF	0	2	0	2	0	0	0	0
CMS	1	1	1	2	0	0	0	0
Paletização	0	3	1	0	0	0	0	0
Mezanino	0	2	2	0	0	0	0	0
Túnel Congelamento 1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 1. Descrição das não conformidades em PSO por setor produtivo avaliado.

(continuação...)

	Datas de monitoramento com presença de não conformidades							
Túnel Congelamento 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Câmara de resfriamento	0	1	0	0	0	0	0	0
Câmara de estocagem 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Câmara de estocagem 2	0	0	0	0	0	0	0	0
Câmara de estocagem 3	0	0	0	0	0	0	0	0
Câmara de estocagem 4	0	0	0	0	0	0	0	0
Expedição	0	0	0	0	0	0	0	0

NC* - lê-se não conformidades.

Fonte: Próprio autor (2016).

A partir dos dados expostos na Tabela 2, pode-se afirmar que o setor produtivo com maior número de não conformidades em PSO foi a Sala de cortes (42), Sala de miúdos (6), IQF, CMS, Paletização e Mezanino (4), Sala de caixas plásticas (3), Embalagem secundária (2) e Recepção e Câmara de resfriamento (1).

De posse desta informação, segue-se abaixo a descrição das não conformidades constatadas por setor produtivo:

- Recepção de frango vivo:
- Presença de gaiolas sujas após a máquina de lavagem.
- Sala de miúdos:
- Presença de caixas plásticas sujas com odor forte; Moela já embalada com presença de mucos; Fígado embalado com presença de vesícula biliar.

Sala de Cortes:

- Presença de goteira nas linhas de desossa; Caixas nas calhas da linha de cone; Pedaços de calha no piso; Mangotes e embalagens no piso; Acúmulo de sujidades na esteira de asa; Acúmulo de carcaças nas calhas e piso nas linhas de cone; Registro de chuveiro de retro lavagem desligado; Acúmulo de frango na cuba da linha de cone; Acúmulo de produto no piso do setor (asa, filezinho e peito); Acúmulo de perna na esteira e mesa; Falha na rastreabilidade do produto (perna desossada e asa); Balança de pesagem de peito com resíduo de adesivo e cola; Chairas, facas e bandejas dispostas diretamente na mesa; Presença de bandeja suja com mancha preta.

Sala de caixas plásticas:

- Presença de caixas e bandejas plásticas sujas no setor de utensílios limpos.
- Embalagem secundária:
- Acúmulo do produto peito nas esteiras, mesas e piso do setor.

IQF:

- Acúmulo de produto sobre a mesa, esteira e piso do setor; Funcionário da manutenção arrastando no piso plataforma contendo caixas com produtos (sobrecoxas); Acúmulo de tanques com produtos; Funcionário da manutenção paletizando caixas com produto.

CMS:

- Presença de sujidades, pedaços de madeira e sacos de lixo repletos dispostos diretamente no piso do setor; Acúmulo de tanques sujos e embalagens no piso; Presença de várias tampas em contato direto com o piso; Acúmulo de resíduos no piso.

Paletização:

- Funcionário na saída do túnel dispondo as bandejas diretamente no chão e arrastando-as pelo piso; Acúmulo de bandejas no piso do setor.

Mezanino:

- Presença de caixas e resíduos de papelão em contato direto com o piso; Acúmulo de lixo na entrada do setor; presença de paletes quebrados e vários papelões em frente à entrada do setor.
- Câmara de resfriamento
- Presença de dois tanques de coxinha da asa tombados com o produto em contato direto com o piso.

Nota-se que a maioria das não conformidades se repetiu durante o monitoramento e que as mesmas se localizaram em setores ditos chaves no matadouro-frigorífico de aves, como é o caso do setor de Espostejamento (Sala de cortes).

Cordeiro (2009) descreve que os procedimentos sanitários das operações são aquelas medidas tomadas com o intuito de evitar falhas nas etapas de produção que possam causar prejuízo às condições sanitárias dos alimentos, desde o risco de contaminação física, química ou microbiológica até não conformidades relacionadas à rastreabilidade e segregação de produtos conforme seu destino final nas câmaras de armazenagem.

Segundo Dos Santos e Taham (2012), em um trabalho sobre a importância dos procedimentos sanitários das operações durante as etapas de abate bovino, no qual relatam cada uma das operações de abate, as possíveis não conformidades que podem ocorrer no processo e suas ações corretivas, desde a chegada dos animais no estabelecimento, até a expedição dos produtos, os mesmos concluíram que dentre os diversos programas de autocontrole, o PSO é um dos que tem relação direta com a qualidade da carcaça, portanto é de extrema importância que esses procedimentos sejam monitorados e realizados corretamente para evitar contaminações diversas. Sendo que quando ocorrerem falhas durante o processo, estas devem ser imediatamente corrigidas, e se forem constantes, é importante que os colaboradores envolvidos recebam treinamento e orientações técnicas, e se for necessário, realizar modificações no processo.

Diante disto, pode-se afirmar que a segurança alimentar em matadouros-frigoríficos de aves e coelhos é uma linha tênue e frágil entre o prevenir e o corrigir não conformidades que, em geral, acarretam contaminação cruzada e risco ao produto e, com isso ao consumidor.

4. CONCLUSÃO

A avicultura é uma atividade de extrema importância para a economia não só brasileira como também mundial mesmo assim, percebe-se que existem muito poucos estudos que relacionem as diversas fases do seu processo produtivo, principalmente quando se trata do abate.

Desta forma, fica evidente que, em grande parte, cabe aos matadouros-frigoríficos a responsabilidade de controle e coordenação desta cadeia produtiva visto que o sistema de produção utilizado no país, nos dias atuais, é o de integração, fazendo com que assim, sejam atendidas as exigências do seu mercado consumidor, além de garantir rastreabilidade, quantidade e qualidade do plantel aviário.

Constatou-se que mesmo empresas de grande porte e de grande influência no mercado de produção de frangos, que trabalham seriamente e geram produtos de excelente qualidade, não se eximem de possuir problemas de processo que, ainda que possuam todo aparato possível para resolução de anomalias, são reféns de não conformidades nos programas de autocontrole, entre estes o programa sanitário das operações, portanto, faz-se necessário um maior empenho da parte técnica em tentar solucionar e prevenir tais acontecimentos, a fim de que não haja mais repetibilidades e, com isso, não gere nenhum risco à saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

[1] Baptistotte, P. (2010). Fluxograma geral de abate de aves. (Trabalho Monográfico de Conclusão de Curso). Universidade Castelo Branco, Campo Grande.

[2] Barros, M.A.F., Nero, L.A., Monteiro, A.A., & Beloti, V. Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 27(4): 856-862, out/dez. 2007.

[3] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. DCI/DIPOA. Portaria nº. 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária da Carne de Aves. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de novembro de 1998, Seção 1, p. 226.

[4] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. CGPE/DIPOA. Circular 175, de 16 de maio de 2005. Aprova os Procedimentos de Verificação dos Programas de Autocontrole (Preliminar). Diário Oficial da União, Brasília, 17 de maio de 2005, Seção 1.

[5] Carmo, R.B.A. Perspectivas para avicultura de corte na Bahia. Revista Bahia Agrícola, v.3, n.3, p. 4-12, set. 1999.

[6] Cordeiro, C.F. (2009). Elementos de inspeção: nova visão sobre os programas de autocontrole das indústrias de produtos de origem animal – revisão bibliográfica. (Trabalho monográfico de conclusão de curso) Universidade Castelo Branco, Florianópolis/SC.

[7] Dos Santos, J.S., & Taham, T. (2012). Importância dos procedimentos sanitários das operações (PSO) durante as etapas de abate bovino. Disponível em: http://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/viewFile/407/299

[8] Gonçalves, R.C. (2008). Fluxograma de abate de aves. (Monografia de Especialização). Universidade Castelo Branco, Goiânia.

[9] Luchese, R.H., Borges, J.T.S., Maia, L.H., & Freitas, A.S. Identificação dos pontos críticos de controle na preparação de carne bovina assada, em Unidades de Alimentação e Nutrição. Higiene Alimentar, São Paulo, 17(198): 36-41, 2003.

[10] Zamudio, L. H. B, Junqueira, A. M. R., & Almeida, I. L. DE. (2009). Caracterização do consumidor e avaliação da qualidade da carne de frango comercializada em Brasília – DF. In Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), Porto Alegre, Brasil.

Capítulo 16

Combinação de Misturas Enzimáticas na Hidrólise do Bagaço de Cana visando à Produção de Xilo-oligossacarídeos

Rosana Goldbeck
Patrícia Félix Ávila
Fabio Marcio Squina

Resumo: Atualmente há um grande interesse mundial pelo aproveitamento de resíduos agroindustriais como fonte renovável para produção de alimentos e biocombustíveis. Os materiais lignocelulósicos são ricos em polissacarídeos, que podem ser utilizados para o desenvolvimento de tecnologias para a produção de álcool, xilose, xilitol, xilo-oligossacarídeos (XOS) entre outros. Os XOS são oligossacarídeos pouco comuns, considerados fibras dietéticas solúveis que apresentam atividade prebiótica, favorecendo a melhora nas funções intestinais, ação imunológica, antimicrobiana e outros benefícios à saúde. Em face disto este trabalho, visou estudar a combinação de misturas de enzimas hemicelulolíticas na hidrólise do bagaço da cana ("in natura" e pré-tratado), bem como a produção de xilo-oligossacarídeos. Os resultados demonstraram que a maior conversão de hemicelulose foi obtida para o bagaço pré-tratado (65%), resultando também em maior produção de xilooligossacarídeos, agregando desta forma maior valor aos resídos do processamento da cana.

Palavras-chave: enzimas hemicelulolíticas; biomassa lignocelulósica; prebióticos.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há um grande interesse mundial pelo aproveitamento de resíduos agroindustriais como fonte renovável para produção de alimentos e biocombustíveis. Os materiais lignocelulósicos são ricos em polissacarídeos, que podem ser utilizados para o desenvolvimento de tecnologias para a produção de álcool, xilose, xilitol, xilo-oligossacarídeos (XOS) entre outros. Os XOS são polímeros compostos de resíduos de xilose unidos por ligações glicosídicas, em número que varia de dois até aproximadamente dez unidades. São componentes naturais de muitos alimentos como frutos, vegetais, leite e mel. Como também podem ser formados pela hidrólise da xilana, presente em materiais lignocelulósicos provenientes de uma grande variedade de resíduos, como florestais (madeira de eucalipto) e agroindustriais, como sabugo de milho, amêndoas, azeitonas, cascas de arroz, cevada e aveia (MENEZES, DURRANT, 2008).

O principal método para obtenção de XOS é através da auto-hidrólise ou do tratamento hidrotérmico de xilanas. O qual consiste no aquecimento do material em uma solução aquosa, onde os íons hidroxônio provenientes da auto-ionização da água causam a despolimerização da xilana de forma a gerar xiloligômeros e xilose. No entanto, os hidrolisados deste processo contêm uma variedade de componentes indesejáveis, tais como lignina solúvel e uma grande quantidade de monossacarídeos e produtos de desidratação, o que torna necessário uma intensa etapa de purificação (AKPINAR, ERDOGAN, BONSTANCI, 2009). Um processo alternativo para a produção de XOS é a hidrólise enzimática, que produz XOS com alta pureza, no entanto, este método é limitado principalmente pelo alto custo de produção da enzima (GOLDBECK et al., 2014). Para a produção de XOS através da hidrólise enzimática da xilana encontrada em materiais lignocelulósicos, a qual é bastante heterogênea, é necessário um complexo enzimático variado para sua despolimerização. O qual deve conter baixa atividade de exoxilanase ou de β-xilosidase, para não produzir uma quantidade elevada de xilose, que inibe a produção de XOS (YOON et al., 2006).

A hidrólise enzimática de resíduos agrícolas também apresenta grande potencial biotecnológico. Através da ação de xilanases, xilo-oligossacarídeos podem ser obtidos a partir de espigas de milho (MOURA et al., 2007). Subprodutos da agroindústria, tais como derivados do processamento da mandioca (água de manipueira) e da indústria de cana (bagaço), também têm sido utilizados para esse fim. A produção de produtos de alto valor agregado a partir de biomassa residual é de grande interesse para avançar não só no campo de biocombustível, mas também para as indústrias farmacêuticas e de alimentos. Mandelli et al. (2014) estudaram o potencial para aplicação biotecnológica da xilanase (XynZ) de C. thermocellum ATCC 27405 na hidrólise de resíduos agroindustriais, como o bagaço de cana-de-açúcar. A bifuncionalidade da enzima estudada (XynZ) permitiu a extração simultânea de xilo-oligossacarídeos e compostos antioxidantes a partir da biomassa de cana.

Os Xilo-oligossacarídeos têm uma ampla gama de aplicações potenciais em diferentes áreas. Na indústria alimentar, XOS podem ser utilizados como alimentos funcionais, devido aos efeitos positivos que os oligossacarídeos propiciam sobre a microbiota gastrointestinal, promovendo vários benefícios para a saúde humana (YANG et al., 2011). A utilização de XOS como ingredientes para alimentos funcionais é fundamentada na sua estabilidade em longa faixa de pH (entre 2,5 e 8,0) e temperatura, o que favorece o crescimento das bifidobactérias. Xilo-oligossacarídeos possuem a propriedade de serem muito mais estáveis em meios ácidos que outros prebióticos, tendo uma aplicação muito interessante em refrigerantes, que tendem a ser acidificados. Testes demonstraram que bebidas contendo XOS, com pH 3,4, podem ser armazenadas em temperatura ambiente durante três anos, sendo o conteúdo de XOS restante superior a 97% (O'SULLIVAN, 1993). Os XOS também são usados como edulcorantes. O grau de doçura da xilobiose equivale a 30% da doçura da sacarose, e a doçura dos outros XOS é moderada, não possuindo efeito residual. Os XOS também inibem a retrogradação do amido, melhorando as propriedades nutricionais e sensoriais dos alimentos (VORAGEN, 1998). Dessa forma, os XOS, e principalmente a xilobiose, que é um dissacarídeo formado por duas moléculas de xilose, são de grande interesse para a indústria de alimentos por causa de suas aplicações como prebióticos e edulcorantes. Além disso, a produção de xilose diretamente a partir desses substratos pode ser usada para a produção de bioetanol, bem como para a produção de xilitol, um adoçante alternativo (WINKELHAUSEN, KUZMANOVA, 1998).

Na indústria farmacêutica, XOS oferecem vantagens quando comparados a outros oligossacarídeos em termos de estabilidade e efeitos benéficos, tais como estimulo ao crescimento de micro-organismos probióticos, a exemplo de Lactobacillus spp., e inibição do crescimento de micro-organismos patogénicos, proporcionando inúmeros benefícios para os sistemas digestivo e imunológico (CHAPLA; PANDIT; SHAH, 2012).

Os resíduos agroindustriais estão entre as maiores fontes de biomassa no mundo, representando uma geração anual de 40 milhões de toneladas de resíduo lignocelulósico, gerando considerável prejuízo às

atividades econômicas do setor agroindustrial e ao meio ambiente (CANO; PALET, 2007). O bagaço e a palha são os dois tipos de resíduos fibrosos obtidos após o processamento da cana de açúcar mais atraentes no Brasil (Ferreira-Leitão et al., 2010). Para produção de XOS a partir de bagaço de cana por via enzimática, é necessário o emprego de enzimas hemicelulolíticas. Estas enzimas podem ser diretamente adicionadas para a reação, imobilizadas ou produzidas in situ por micro-organismos (YOON et al., 2006). Em face disto este trabalho, visou estudar a combinação de misturas de enzimas hemicelulolíticas na hidrólise do bagaço da cana ("in natura" e pré-tratado), bem como a produção de xilo-oligossacarídeos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ENZIMAS HEMICELULOLÍTICAS

Seis hemicelulases recombinantes foram estudados: duas endo-1,4-xilanases (famílias GH10 e GH11), duas α-L-arabinofuranosidases (famílias GH51 e GH54), uma β-xilosidase (família GH43) e uma feruloil esterase (família CE1). A endo-1,4-xilanase (XynC11 / CAC15487) isolada a partir de Penicillium funiculosum e a α-L-arabinofuranosidases (AbfB54 / AAB53944) isolada de Aspergillus niger foram expressas de forma heteróloga em Aspergillus nidulans (Gonçalves et al., 2012). A endo-1,4-xilanases (SCXyl10 / KC904514) isolada por metagenoma a partir do solo de cana (Alvarez et al., 2013), a α-L-arabinofuranosidases (BsAbf51 / BSU28720) isolada de Bacillus subtilis, e a β-xilosidase (BsXyn43 / BSU17580) isolada a partir de Bacillus subtilis foram expressas de forma heteróloga em E. coli (GOLDBECK et al., 2014). A feruloil esterase (CtFAE / ATCC27405) foi clonada a partir do celulossoma (XynZ) isolado de Clostridium thermocellum que codifica ambos os domínios feruloil esterase e xilanase (Blum et al., 2000; Mandelli et al., 2013). Todas as enzimas e os clones foram armazenados a -80ºC no banco de enzima do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol - CTBE / CNPEM, Campinas, Brasil.

2.2 CLONAGEM E PURIFICAÇÃO DAS ENZIMAS

E. coli BL21 (DE3) (Promega, Madison, WI, EUA) foi transformada com o vector pET28a (Novagen, Madison, WI, EUA) para a expressão heteróloga das quatro enzimas: GH10 (SCXyl10), GH51 (BsAbf51), GH43 (BsXyn43) e CE1 (CtFAE). Foram realizados os processos de produção e purificação de enzima como descrito anteriormente (Mandelli et al., 2013). O vector de expressão pEXPYR (Segato et al., 2012) foi usado para a expressão heteróloga das enzimas GH11 (XynC11) e GH54 (AbfB54) e transformados em A. nidulans A773 (pyrG89, WA3, piroA4), adquirido a partir do Fungal Genetic Stock Center (FGSC, Universidade de Missouri, Kansas City, MO, EUA). As etapas de produção e purificação das enzimas foram realizadas conforme descrito por Gonçalves et al. (2012). As frações puras das enzimas foram ensaiados quanto a atividade enzimática, tal como descrito anteriormente (SQUINA et al., 20109) e realizado gel de eletroforese SDS-PAGE.

2.3 BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA

Duas diferentes biomassas foram utilizadas nas análises: bagaço de cana bruto ("in natura"), gentilmente cedido pela Usina Vale do Rosário (São Paulo, Brasil) e bagaço de cana pré-tratado com uma mistura 1:1 de ácido acético 8,74 M glacial e peróxido de hidrogénio a 21,6 M, na proporção líquido-sólido de 1:20 (m/v) a 60 ° C durante 7 horas. O bagaço pré-tratado foi lavado continuamente com água destilada até que a remoção do excesso de ácido até atingir um pH neutro, seguido de secagem a 60 °C durante 24 horas (BRAGATTO et al., 2013).

2.4 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Os ensaios enzimáticos foram realizados em tubos de Eppendorf de 1,5 mL utilizando pipetagem automatizada (epMotion 5075, Eppendorf). Foram realizados planejamentos experimentos (Plackett & Burman) composto por 12 ensaios e três do ponto central, totalizando 15 ensaios. Nos planejamentos experimentais, as variáveis independentes utilizadas foram as seis hemicelulases: GH10, GH11, GH43, GH51, GH54 e CE1, tendo como variáveis respostas, (variáveis dependentes) a conversão de hemicelulose (%) e produção de XOS. A análise dos efeitos de cada uma das variáveis independentes foi realizado com o auxílio do software estatística 8,0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).No que diz respeito às condições

experimentais, as misturas reacionais continham 20 mg de cada substrato (bagaço “in natura” e bagaço pré-tratato analisados em experimentso distindos), uma combinação de enzimas purificadas descritas por Goldbeck et al. (2014) e tampão de fosfato de sódio (0,1 M, pH 5,0) até completar o volume final de 1 mL. As amostras foram incubadas a 50 °C durante 48 horas, sob agitação (1000 rpm). Após este período as amostras foram centrifugadas (12.000 g durante 15 min a 4 °C) e o sobrenadante foi recolhido para análise subsequente. A quantidade de açúcares redutores no sobrenadante foi medida de acordo com Miller (1959) e converstidos em % conversão de hemicelulose de acordo com compodição da biomassa empregada inicialmente.

2.5 QUANTIFICAÇÃO DE XILOSE E XILO-OLIGOSSACARÍDEOS

Os produtos enzimáticos foram analisados por cromatografia de permuta aniónica de alta performance com detecção amperométrica pulsada (HPAEC-PAD) para detectar xilose e xilo-oligossacáridos (XOS) liberados pela mistura enzimática hemicelulolítica. A separação foi realizada utilizando um equipamento Dionex ICS-3000 (Thermo Fisher Scientific, Dionex Produto, Sunnyvale, CA, EUA) com uma coluna CarboPac PA100 (4×250 mm) e CarboPac coluna PA100 guarda (4 x 50 mm), uma fase móvel A de gradiente liner (NaOH a 500 mM) e uma fase móvel B (NaOAc 500 mM, NaOH a 80 mM). O programa de gradiente foi baseado em 15% de A e 2% de B em 0-10 min, e 15-50% de A e 2-20% de B a 10-20 min, com taxa de fluxo de 1,0 mL.min-1 . As áreas dos picos foram ajustadas com base nos padrões (X1 a X6) adquiridos da Megazyme®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Estudo, os efeitos combinatórios de 6 enzimas hemicelulolíticas (GH11, GH54, GH10, GH51, GH43, CE1) foram estudados utilizando a estratégia de planejamento experimental (Plackett & Burman) para a hidrólise enzimática de bagaço de cana “in natura” e bagaço de cana pré-tratado (Tabela 1).

Tabela 1 Matriz de planejamento experimental Plackett Burman (PB12 + 3 pontos centrais) realizado para a hidrólise enzimática do bagaço de cana “in natura” e para o bagaço de cana pré-tratado respectivamente.

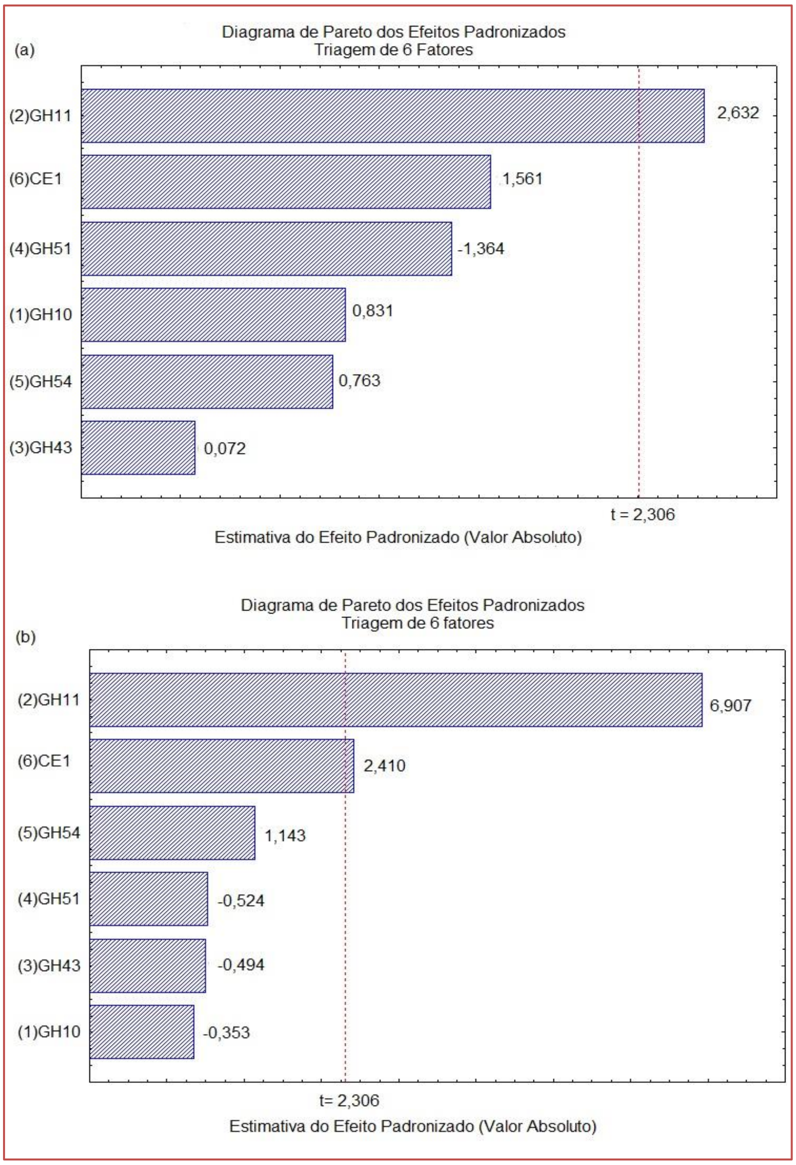
	Variáveis						Bagaço "In Natura"		Bagaço Pré-tratado	
Testes	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Conversão de Hemicelulose (%)	XOS (mg/L)	Conversão de Hemicelulose (%)	XOS (mg/L)
	GH10	GH11	GH43	G51	GH54	CAE				
1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,58	-	2,78	184,63
2	1	1	-1	1	-1	-1	1,10	19,75	42,54	1388,73
3	-1	1	1	-1	1	-1	1,25	-	41,89	1486,15
4	1	-1	1	1	-1	1	0,76	-	9,53	338,03
5	1	1	-1	1	1	-1	2,12	-	37,32	1256,37
6	1	1	1	-1	1	1	5,03	22,58	45,37	1264,87
7	-1	1	1	1	-1	1	0,84	-	47,77	1566,81
8	-1	-1	1	1	1	-1	0,39	-	4,19	197,26
9	-1	-1	-1	1	1	1	0,65	-	42,40	355,37
10	1	-1	-1	-1	1	1	0,84	-	41,86	589,13
11	-1	1	-1	-1	-1	1	3,83	22,58	55,35	1652,51
12	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0,00	-	0,00	41,64
13	0	0	0	0	0	0	2,86	11,29	48,51	1297,64
14	0	0	0	0	0	0	2,83	11,29	48,65	1302,41
15	0	0	0	0	0	0	2,84	19,75	48,45	1247,61

Onde: Nível (-1) corresponde a ausência da enzima; Nível (1) corresponde à presença da enzima e o nível (0) corresponde a 50% da concentração de enzima (ponto central).

A maior conversão de hemicelulose obtida foi registrada no ensaio número 11 (5,83%) para o bagaço “in natura”, onde apenas as enzimas CE1 e GH11 foram adicionadas. Por outro lado, a conversão de biomassa diminuiu (4,93%) quando mais 3 enzimas foram adicionadas (GH10, GH43 e GH54) (ensaio número 6), o que pode ser justificado pelo efeito antagônico existente entre as enzimas. O que pode ser demonstrado pelo diagrama de Pareto onde se observa que apenas GH11 teve um efeito positivo significativo ($p > 0,05$)

(Figura 1a). Para a hidrólise do bagaço "in natura" o rendimento global de conversão foi baixo, demonstrando, como esperado, a necessidade da etapa de pré-tratamento para tornar a biomassa menos recalcitrante e permitir o acesso das enzimas (MOSIER et al., 2004). Já em relação aos resultados obtidos para a hidrólise do bagaço pré-tratado, a combinação das enzimas GH11 e CE1 também resultou na melhor combinação para conversão de hemicelulose (55,35%) e consequentemente foi a condição que proporcionou maior produção de XOS. O que corrobora com o diagrama de Pareto apresentado onde verificou-se que as mesmas enzimas tiveram efeitos positivos significativos ($p > 0,05$) na conversão da hemicelulose da biomassa pré-tratada (Figura 1b).

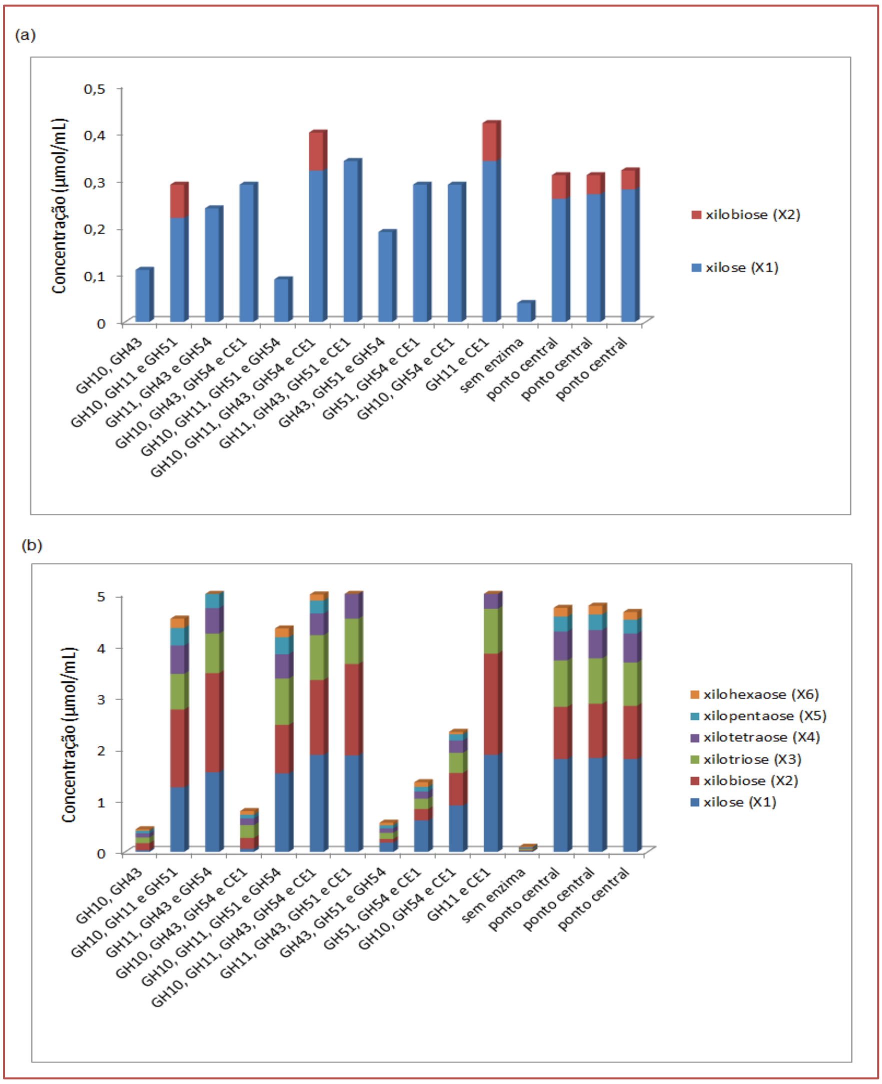
Figura 1. Gráfico de Pareto de efeitos padronizados ($p > 0,05$) para conversão de hemicelulose (%) para (a) bagaço de cana-de-açúcar "in natura" e (b) bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado.



Analisando as biomassas lignocelulósicas estudadas neste trabalho, pode-se perceber que o substrato lignocelulósico com baixo conteúdo de lignina pode aumentar a eficácia da interação enzima-substrato e sacarificação subsequente. Neste sentido, verificou-se que a conversão de hemicelulose no bagaço bruto ("in natura") com 23,4% de lignina em sua composição foi de apenas ~ 5% frente ao bagação pré-tratado (2,1 % de lignina) que apresentou uma % conversão de hemicelulose 11 vezes maior.

Em relação aos produtos formados após a hidrólise, de acordo com a figura 2 observa-se que quantidades variáveis de X1e XOS foram produzidas a partir de cada substrato. O bagaço "in natura" como se observa não foi efetivo para a liberação de XOS visto que sua hidrólise proporcionou a produção de apenas X1 e X2 (Figura 2a). A baixa liberação de XOS é explicada pela alta recalcitrância da parede celular da biomassa ligmocelulósica. Dessa forma é importante ressaltar a importância da remoção de lignina para expor polissacarídeos contendo xilose e assim melhorar a produção de XOS (GONÇALVES et al., 2012, BRAGATTO et al., 2013). Em contra-partida a hidrólise da biomassa pré-tratada proporcionou uma produção bastante efetiva de XOS, os quais variaram de X1 a X6, com maior concentraçoes de XOS com grau de polimerização de X2 (xilobiose) a X4 (xilotraose), juntamente com pequena concentração de X5 (xilopentose) e X6 (xilohexose) (Figura 2b).

Figura 2. Análise HPAEC-PAD de mono e XOS liberados de (a) bagaço de cana de-açúcar "in natura" e (b) bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado. As concentrações foram calculadas usando uma curva padrão de xilose - X1, xilobiose - X2, xilotriose - X3, xilotraose - X4, xilopentaose - X5 e xiloexaose - X6 (Megazyme®). Cargas enzimáticas: 0,8 mg GH10/gsubstrato, 0,4 mg GH11/gsubstrato, 1,2 mgGH43/gsubstrato, 1,2 mgGH51/gsubstrato, 1,2 mg GH54/gsubstrato e 1,5 mg CE1/gsubstrato.



Um Perfil semelhante foi observado por Manisseri e Gudipati (2010), onde foi verificado XOS de baixo grau de polimerização (principalmente xilobiose e xilotriose), após o tratamento de polissacarídeos solúveis de farelo de trigo com xilanase purificada. O grau preferido de XOS de faixa de polimerização para aplicações relacionadas a alimentos é de 2 a 4 (Van Loo et al, 1999). De acordo com Manisseri e Gudipati (2010), também foi observado que a xilobiose (X2) foi eficientemente utilizada pelas espécies bacterianas benéficas em comparação com os oligossacarídeos brutos. Finalmente, é interessante mencionar que o

efeito benéfico prebiótico dos xilo-oligossacarídeos é mais efetivo que os frutooligossacarídeos. O XOS tem um grande potencial prebiótico e é um dos poucos produtos nutracêuticos que podem ser produzidos a partir da biomassa lignocel-lulósica. Como a biomassa de planta lignocelulósica é barata e abundante, a produção de XOS a partir de resíduos agrícolas oferece uma grande oportunidade para as indústrias alimentícia e farmacêutica. Os XOS exercem vários benefícios à saúde, como atividades imunomoduladoras e antiinflamatórias, efeitos antioxidantes e alívio de várias doenças. Em contraste com a hidrólise química e auto-hidrólise, que geram XOS com um amplo grau de polimerização, a degradação enzimática é um método desejável para a produção de XOS devido à sua especificidade e produção mínima de subprodutos indesejáveis (JAIN et al., 2014).

4. CONCLUSÃO

A maior conversão de hemicelulose foi obtida no bagaço de cana pré-tratado (65%), potencialmente devido à baixa concentração de lignina nesta biomassa. Neste substrato, o acesso às enzimas foi facilitado e forneceu maior interação enzima-substrato, resultando em maior produção de xilo-oligossacarídeos, o que agregou maior valor aos resíduos gerados no processamento da cana. Entre 6 enzimas testadas, apenas GH11 e CE1 tiveram efeito significante ($p \leq 0,05$) para conversão de hemicelulose.Os dados demonstraram a viabilidade de desenvolver misturas enzimáticas menos onerosas visando não só à produção de bioetanol, mas sim outros produtos de biorrefinaria.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradescer à FAPESP (Fundação de Apoia à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo suporte financeiro (Processos Nº 08/58037-9 e 12/18859-5).

REFERÊNCIAS

[1] AKPINAR, O.; ERDOGAN, K.; BOSTANCI, S. Enzymatic production of xylooligosaccharide from selected agricultural wastes. Food and Bioproducts Processing, v. 87, n. 2, p. 145-151, 2009.

[2] ALVAREZ, Thabata M. et al. Development and biotechnological application of a novel endoxylanase family GH10 identified from sugarcane soil metagenome. PLoS One, v. 8, n. 7, p. e70014, 2013.

[3] BLUM, David L. et al. Crystallization and preliminary X-ray analysis of the Clostridium thermocellum cellulosome xylanase Z feruloyl esterase domain. Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography, v. 56, n. 8, p. 1027-1029, 2000.

[4] BRAGATTO, Juliano; SEGATO, F.; SQUINA, F. M. Production of xylooligosaccharides (XOS) from delignified sugarcane bagasse by peroxide-HAc process using recombinant xylanase from Bacillus subtilis. Industrial crops and products, v. 51, p. 123-129, 2013.

[5] CHAPLA, Digantkumar; PANDIT, Pratima; SHAH, Amita. Production of xylooligosaccharides from corncob xylan by fungal xylanase and their utilization by probiotics. Bioresource Technology, v. 115, p. 215-221, 2012.

[6] CANO, Àngels; PALET, Cristina. Xylooligosaccharide recovery from agricultural biomass waste treatment with enzymatic polymeric membranes and characterization of products with MALDI-TOF-MS. Journal of membrane science, v. 291, n. 1-2, p. 96-105, 2007.

[7] FERREIRA-LEITAO, Viridiana et al. Biomass residues in Brazil: availability and potential uses. Waste and Biomass Valorization, v. 1, n. 1, p. 65-76, 2010.

[8] GOLDBECK, Rosana et al. Development of hemicellulolytic enzyme mixtures for plant biomass deconstruction on target biotechnological applications. Applied microbiology and biotechnology, v. 98, n. 20, p. 8513-8525, 2014.

[9] GONÇALVES, T. A. et al. Functional characterization and synergic action of fungal xylanase and arabinofuranosidase for production of xylooligosaccharides. Bioresource technology, v. 119, p. 293-299, 2012.

[10] JAIN, Ira; KUMAR, Vikash; SATYANARAYANA, T. Xylooligosaccharides: an economical prebiotic from agroresidues and their health benefits. 2015.

[11] MANDELLI, F. et al. The characterization of a thermostable and cambialistic superoxide dismutase from T hermus filiformis. Letters in applied microbiology, v. 57, n. 1, p. 40-46, 2013.

[12] MANISSERI, Chithra; GUDIPATI, Muralikrishna. Bioactive xylo-oligosaccharides from wheat bran soluble polysaccharides. LWT-Food Science and Technology, v. 43, n. 3, p. 421-430, 2010.

[13] MENEZES, Cristiano Ragagnin de et al. Xilooligossacarídeos: produção, aplicações e efeitos na saúde humana. Ciência Rural, 2008.

[14] MILLER, Gail Lorenz. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

[15] MOSIER, Nathan et al. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. Bioresource technology, v. 96, n. 6, p. 673-686, 2005.

[16] O'SULLIVAN, M. G. Metabolism of bifidogenic factors by gut flora-an overview. International Dairy Federation, 1996.

[17] SEGATO, Fernando et al. High-yield secretion of multiple client proteins in Aspergillus. Enzyme and microbial technology, v. 51, n. 2, p. 100-106, 2012.

[18] SQUINA, Fabio M. et al. Xylan decomposition by Aspergillus clavatus endo-xylanase. Protein expression and purification, v. 68, n. 1, p. 65-71, 2009.

[19] VAN LOO, Jan et al. Functional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII-CT94-1095). British Journal of Nutrition, v. 81, n. 2, p. 121-132, 1999

[20] VORAGEN, A. G. J. Technological aspects of functional carbohydrates. Trends in Food Science & Technology, v. 9, p. 328-335, 1998.

[21] WINKELHAUSEN, E.; KUZMANOVA, S. Microbial conversion of D-xylose to xylitol. Journal of Fermentation and Bioengineering, v. 86, p. 1-14, 1998.

[22] YANG, Haiyan et al. Production of xylooligosaccharides by xylanase from Pichia stipitis based on xylan preparation from triploid Populas tomentosa. Bioresource technology, v. 102, n. 14, p. 7171-7176, 2011.

[23] YOON, Kyung Young; WOODAMS, Edward E.; HANG, Yong D. Enzymatic production of pentoses from the hemicellulose fraction of corn residues. LWT-Food Science and Technology, v. 39, n. 4, p. 388-392, 2006.

Capítulo 17

Combinação de métodos para análise de aceitação de pão de forma sem glúten

Carla Luciane Kreutz Braun
Chaiane Goulart Soares
Dejalmo Nolasco Prestes
Marcela Vega Ferreira
Mauro Fontana
Márcia Arocha Gularte

Resumo: Com o intuito de avaliar a possibilidade de desenvolvimento de pão sem glúten para suprir a carência de mercado voltado a pessoas com doença celíaca, avaliou-se sensorialmente por diferentes métodos a aceitação comercial deste tipo de produto. Utilizaram-se os métodos de associação de palavras (124 participantes; pesquisa de sentimentos/sensações ao ver uma imagem do produto) e o afetivo quantitativo (55 avaliadores; teste de aceitação: escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra de 5 pontos). Para a associação de palavras, as citações apresentadas na pesquisa foram unidas em seis classes conforme a similaridade, sendo que acompanhamentos, sabor e textura; saúde e negativos; apresentaram correlação significativa. Para os testes afetivos verificou-se que o teste de aceitação corresponde a 'gostei ligeiramente' e com potencial mercadológico de 70,9%. A combinação dos métodos sensoriais mostrou que o pão de forma sem glúten pode ser desenvolvido pois apresentou aceitabilidade sensorial.

Palavras-chave: associação de palavras; panificação; sem glúten.

*Artigo publicado como resumo expandido em Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos [recurso eletrônico], ISBN online 978-85-89123-06-8, 24 a 27 de outubro de 2016, Gramado: SBCTA Regional, RS, 2016.

1. INTRODUÇÃO

Produtos de panificação sem glúten apresentam pouca ou nenhuma capacidade de reter o gás gerado durante a fermentação e o forneamento, originando pão com baixo volume específico e miolo firme e borrachento (Moore et al., 2004).

A intolerância permanente à ingestão das proteínas (gliadina) contida no glúten do trigo, da cevada, triticale e do centeio é conhecido como doença celíaca, uma enfermidade crônica causada em indivíduos geneticamente predispostos (Rewers, 2005). O único tratamento cientificamente comprovado para a doença celíaca é a exclusão do glúten da dieta, implicando, portanto, na suspensão de todos os alimentos que o contenham em sua composição (Brasil, 2004).

No Brasil para garantir a prática da dieta isenta de glúten foi promulgada a Resolução RDC N° 40, de 08 de fevereiro de 2002, a qual padroniza a declaração sobre a presença de glúten nos rótulos de alimentos e bebidas embalados e determina que todos os alimentos e bebidas embalados que contenham glúten, como trigo, triticale, aveia, cevada, malte e centeio e/ou seus derivados, devem conter, no rótulo, obrigatoriamente, a advertência: "Contém Glúten" (Brasil, 2002).

O crescimento no mercado por alimentos sem glúten emerge, enquadrando-se na categoria de Saúde e Bem-estar com 20% de todos os produtos relacionados com intolerâncias alimentares (Almeida, 2011).

As farinhas alternativas surgem como uma opção à farinha de trigo. Sendo ainda inferiores tecnologicamente a essa matéria-prima, necessitando que um complemento ou aditivo seja agregado à formulação para torná-la panificável. A farinha de arroz constitui o substituto da farinha de trigo mais utilizado em razão de apresentar sabor suave e cor branca. Outros ingredientes empregados, frequentemente, são farinhas e amidos à base de outros cereais e tubérculos, como o milho, a batata e a mandioca (Capriles e Arêas, 2011). O processo de desenvolvimento de farinhas alternativas deve ser acompanhado de análises sensoriais, como um método de avaliação para a aceitação no mercado. Para isso, são realizadas pesquisas especificamente direcionadas às preferências do público alvo em questão (Pedrão & Coró, 1999; Carvalho et al., 2005; Teixeira, 2007).

Desta forma, surge a motivação para a realização deste trabalho, que é a de combinar métodos sensoriais para permitir a avaliação sistemática da percepção do consumidor quanto a aceitação de pão sem glúten constituído de farelo de arroz desengordurado, cuja formulação seja acessível a indústrias de pães. Vale ressaltar que atualmente o preço de venda de pães sem glúten, pode ser três vezes superior ao de um pão tradicional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro método de pesquisa exploratória usada neste trabalho foi a associação livre de palavras, um método afetivo qualitativo, usado com o intuito de produzir de maneira espontânea as primeiras palavras/sentimentos que vierem à mente do participante quando receberam um estímulo relacionado ao produto que está sendo avaliado, esta técnica favorece na tomada de decisão sobre quais estratégias adotar para obter resultados desejados, já que possibilita descobrir o que o consumidor pensa do produto (Roininem et al., 2006; Ares et al., 2008; Ares & Deliza, 2010; Silva et al., 2014).

O segundo método usado para a caracterização do produto foi o método afetivo quantitativo de aceitação com escala hedônica. Também se usou a avaliação da intenção de compra para compreender a vontade dos consumidores em adquirir o produto. A combinação desses métodos permite uma avaliação sistemática da percepção do consumidor, sendo possível a identificação e caracterização de segmentos de mercado relacionados ao mesmo (Silva et al., 2014).

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Pelotas, no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos.

2.1 ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS

Para simular o desenvolvimento de um pão sem glúten realizou-se avaliação sensorial a partir do teste afetivo qualitativo de associação de palavras, com modificações (utilização da ferramenta do Google docs). A pesquisa ficou disponível entre os dias 07 e 20 de abril de 2016. A divulgação foi realizada em redes sociais através do link http://goo.gl/forms/ORC0XugV4l99E95b2, sendo intitulada “Pão sem glúten, constituído de farelo de arroz desengordurado que é um subproduto do arroz”. Solicitou-se aos

participantes que expressassem as quatro primeiras palavras (pensamentos/associações/sentimentos) que viessem a mente ao visualizar a imagem (Figura 1) de pão sem glúten. Participaram da pesquisa 124 pessoas, as respostas foram agrupadas em classes e avaliadas estatisticamente por Análise de Correspondência.

Figura 1 - Pão sem glúten.



Fonte:http://www.vidasemglutenealergias.com/curso-de-paes-funcionais-sem-gluten-agora-em-sao-paulo/1723/

2.2 TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

Adquiriu-se comercialmente pão sem glúten, denominado pão multigrãos fatiado com 500g, validade 19/05/16 e ingredientes: farinha de arroz integral, farinha de arroz, fécula de batata, polvilho, ovos, açúcar mascavo, água, óleo de arroz ou de girassol, sal marinho, fermento biológico, goma xantana, linhaça dourada, linhaça marrom, gergelim, gergelim preto, semente de chia, semente de girassol, propionato de cálcio e ácido cítrico. Foram elaboradas fichas de avaliação para aplicação durante a análise sensorial juntamente com os termos de consentimento livre esclarecido.

O método afetivo quantitativo utilizado foi o de aceitação com escala hedônica de 9 pontos estruturada, variando de (1) desgostei muitíssimo a (9) gostei muitíssimo e intenção de compra na escala estruturada de 5 pontos que varia de (5) compraria sempre a (1) nunca compraria (Stone e Sidel, 1985), tanto o teste de aceitação quanto intenção de compra foram analisados estatisticamente por análise de frequência.

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais sob luz branca em pratos plásticos sem codificação (uma amostra). A porção utilizada para a análise sensorial foi de ¼ de fatia, acompanhada com um copo de água mineral. Participaram desta análise 55 avaliadores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ASSOCIAÇÃO DE PALAVRAS

Totalizaram 124 participantes e as palavras e expressões citadas na pesquisa corresponderam a seis classes em razão da similaridade de palavras: saúde, textura, sabor, sentimento/sensação e acompanhamento e negativos conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de palavras formadas pelo teste de associação de palavras de pão sem glúten.

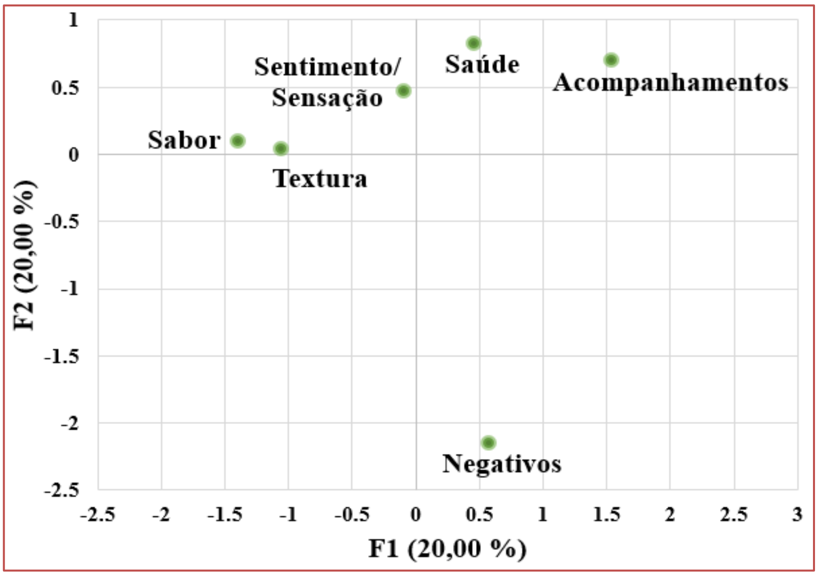
Classes	Palavras	Percentual
Saúde	Saudável, leve, saúde, sadio, celíaco, força, natural, nutritivo, baixo em glicemia, fitness, digestivo, sem glúten, sem contaminação, alimento para intolerante, vida, light, bom para o intestino, menos calórico, nutrição, alergia, dieta, alimento equilibrado, calorias, emagrecimento, qualidade de vida, balanceado	26
Textura	Seco, macio, fofinho, crocante, som, suave, duro, volume adequado	6
Sabor	Sabor, gostoso, bom, sem gosto, degustar, cheiroso, apetitoso, insípido, salgado	12
Sentimento/ Sensação	Cheiro de casa, inverno, lareira, útil, necessário, educação, persistência, sorriso, amor, bem estar, interessante, felicidade, dinheiro, alegria, conhecimento, ternura, liberdade, família, compartilhar, tecnologia, amigos, natureza, dedicação, agradável, colonial, antepassados, fome, jogos, sono, auto estima, desenvolvimento, saciedade, sustentabilidade, bonito, tristeza, saudade, muito bom, bonito	37
Acompanha mentos	Integral, fibras, café, carboidratos, pão, grãos, café da manhã, manteiga, arroz, chocolate, sanduiche, sem gordura, chocolate sem lactose, vinho, café da tarde, levain, sushi, pizza, lasanha, pastel, margarina, água, bolo, gordura, semente	17
Negativos	Caro, ruim, ansiosa, antiquado, estranho, passado	2

Fonte: Autores, 2016.

A análise de correspondência objetivou visualizar a relação entre o produto e associações. O percentual de fatores dos componentes foi de 40% e pode-se utilizar para descrever a tendência das palavras citadas no teste de associação de palavras. Acompanhamentos (Fator 1 = 0,628) sabor (Fator 1 = -0,572) e textura (Fator 1 = -0,434) tiveram correlação significativa, assim como negativos (Fator 2 = -0,875) e saúde (Fator 2 = 0,336), conforme Figura 2. Percebeu-se que os consumidores levam em consideração para a compra do produto o sabor e a textura e quando comprarem irão relacionar a algum acompanhamento para o seu consumo. Para Pagliarini et al. (2010) pães sem glúten devem apresentar características sensoriais apropriadas quanto à aparência, sabor, aroma e textura que são fundamentais para a aceitação do produto pelo público alvo.

Existe carência comercial de pães sem glúten de qualidade a preços razoáveis (Blanco et al., 2011) e neste estudo os consumidores que se preocuparam com a saúde, foram aqueles que expressaram as palavras negativas relacionadas com o custo do produto, o que pode dificultar a escolha para a compra deste pão.

Figura 2 – Análise de correspondência das classes de palavras pelo teste de associação de palavras de pão sem glúten. Teste Biplot de contribuição (linhas) (eixos F1 e F2: 40,00 %).



Fonte: Autores, 2016.

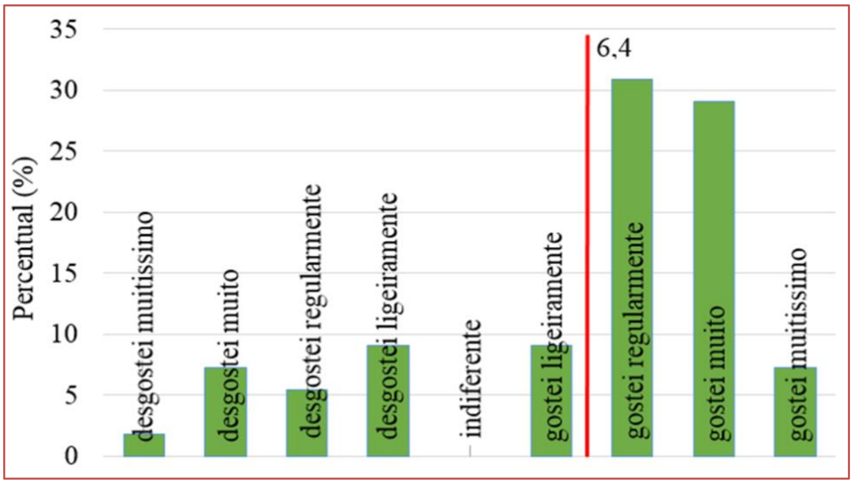
3.2 TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

Dos avaliadores participantes, 38% eram homens, 62% mulheres e 49% estavam na faixa etária acima de 22 anos.

A média das avaliações no teste aceitação corresponde a 6,4 na escala hedônica, referindo-se a gostei ligeiramente, conforme Figura 3. O índice de aceitabilidade foi de 70,9 %, indicando que o pão apresenta um potencial mercadológico (Gularte, 2009), e está de acordo com a média das avaliações do teste sensorial de intenção de compra, correspondente a média de 3,7 na escala, estando entre compraria frequentemente e indiferente (Figura 4).

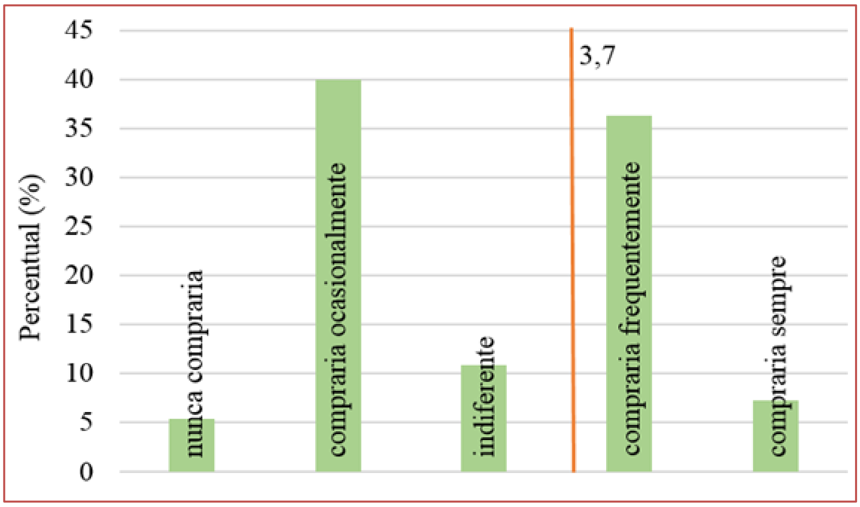
O resultado pode ter sido influenciado pela não seleção de público alvo em questão. Também se acredita que para muitos foi o primeiro consumo de pão de forma sem glúten.

Figura 3 – Teste sensorial de aceitação de pão sem glúten.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 4 – Teste sensorial de intenção de compra de pão sem glúten.



Fonte: Autores, 2016.

4. CONCLUSÃO

A combinação dos métodos sensoriais usados nesta pesquisa permitiu uma avaliação sistemática da percepção do consumidor, mostrando de forma geral que o pão de forma sem glúten pode ser escolhido pelo sabor, textura e para ser consumido como uma opção para acompanhamentos, assim como a escolha para o consumo pode se dar por questões de saúde.

Nos métodos afetivos quantitativos a aceitação correspondeu ao termo 'gostei ligeiramente' e atingiu o índice de aceitabilidade para afirmar que possui potencial mercadológico, com o termo médio para o teste de intenção de compra em 'compraria frequentemente'.

REFERÊNCIAS

[1] Almeida, O. P. (2011). Pão de forma sem glúten a base de farinha de arroz (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

[2] Ares, G., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2008). Understanding consumers' perception of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. Food Quality and Preference, 19(7), 636–643.

[3] Ares, G.; Deliza, R. (2010). Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. Food Quality and Preference, 21, 930 - 937.

[4] Blanco, C.A.; Ronda F.; Pérez B.; Pando V. (2011). Improving gluten-free bread quality by enrichment with acidic food additives. Food Chemistry, 127(3), 1204-1209.

[5] Brasil, Ministério da Saúde. (2004). Avaliação preliminar da capacidade laboratorial na determinação de ácido fólico, ferro total, glúten e ácidos graxos em alimentos. Gerência Geral de Laboratório de Saúde Pública. Brasília.

[6] Brasil, Ministério da Saúde. (2002). Aprova o Regulamento Técnico para rotulagem de alimentos e bebidas embalados que contenham glúten, constante do anexo desta Resolução. (Resolução – RDC N. 40, de 8 de fevereiro de 2002). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

[7] Capriles, V. D.; Arêas, J. A. G. (2011). Avanços na produção de pães sem glúten: Aspectos Tecnológicos e Nutricionais. B. CEPPA, 29(1), 129–136.

[8] Carvalho, A. M., Junqueira, A. M. R., Vieira, J. V. & Botelho, R. (2005). Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. Horticultura Brasileira, Brasília, 23(3), 805-809.

[9] Gularte, M. A. (2009). Manual de análise sensorial de alimentos. Pelotas: UFPel.

[10] Moore, M.M.; Schober, T.J.; Dockery, P.; Arendt, E.K. (2004). Textural comparisions of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads. Cereal Chemistry, 81(5), 567-575.

[11] Pagliarini, E.; Laureati, M.; Lavelli, V. (2010). Sensory evaluation of gluten-free breads assessed by a trained panel of celiac assessors. European Food Research and Technology, 231(1), 37-46.

[12] Pedrão, M. R. & Coró, F. A. G. (1999). Análise sensorial e sua importância na pesquisa de alimentos. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, 1(1), 85-89.

[13] Rewers, M. (2005). Epidemiology of celiac disease: what are the prevalence, incidence, and progression of celiac disease? Gastroenterology, 128(4), S47-S51.

[14] Silva, V. M., Minim, V. P. R., Ferreira, M. A. M., Souza, P. H. P., Moraes, L. E. S. & Minim, L. A. (2014). Study of the perception of consumers in relation to different ice cream concepts. Food Quality and Preference, 36, 161–168.

[15] Stone, H., Sidel, J. L. (1985). Sensory evaluation practices. Academic Press, Boca Raton.

[16] Teixeira, K. R. (2007). Análise sensorial. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT). Minas Gerais: CETEC. Disponível em http://sbrt.ibict.br/acessoRT/5887.

Capítulo 18

Produção e aceitação sensorial de cerveja artesanal

Virlane Kelly Lima Hunaldo
Aline Kelma da Silva Ramos
Vitória Virginia Soares Azevedo
Lara Lima Seccadio
Adriana Crispim de Freitas
Leonardo Hunaldo dos Santos

Resumo: Este trabalho teve como objetivo a elaboração de cerveja artesanal tipo Blonde Ale com duas concentrações de fermento, e avaliação sensorial da bebida formulada. Foram avaliados a impressão global e intenção de compra. A análise sensorial apresentou resultados bastante positivos, onde os atributos avaliados mostraram que as duas amostras apresentaram uma boa aceitação pelos provadores, ficando na zona de aceitação, sendo a cerveja II melhor avaliada que a cerveja I com diferença estatística entre as duas amostras na avaliação sensorial, caracterizando assim, as duas cervejas como produtos com potencial para ser comercializado.

Palavras-chaves: Bebidas fermentadas, Produção de cerveja, Saccharomyces cerevisiae.

1. INTRODUÇÃO

A cerveja de microcervejaria caracteriza-se por um produto mais encorpado, e de aroma e sabor mais pronunciado, sendo consumida principalmente por pessoas mais exigentes em termos de qualidade sensorial, que buscam um produto diferenciado independente do preço (CUNHA, 2011).

Produções artesanais têm ganhado espaço no mercado, agradando públicos mais requintados e verdadeiros apreciadores da arte de fabricar e degustar cerveja (EVANGELISTA, 2012).

Microcervejarias é um termo que surgiu recentemente para designar empreendimentos que visam produzir cerveja com diferencial local, atendendo a argumentos de tradição e/ou qualidade diferenciada, não se preocupando com a questão da produção industrial (MORADO, 2009).

No Brasil, segundo Cervesia (2011), microcervejaria ou cervejaria para gastronomia é uma instalação que permite a produção de cerveja em pequenas quantidades para consumo no local ou eventual envasamento do excedente para consumo em outros locais. O envasamento pode ser efetuado em barris de aço inox (Kg), latas ou garrafas de vidro. As capacidades de produção variam geralmente entre 1.000 a 2.000 litros por cozimento e o número de cozimentos por semana oscila entre um e cinco.

Não existe uma norma internacional que estabelece as classificações e as denominações que os fabricantes dão a suas cervejas. Obviamente, o cervejeiro ao implantar um produto no mercado preocupa-se em agradar o cliente e ganhar sua confiança mostrando que seu produto é de qualidade. Entretanto há três especificações para diferenciar as bebidas de acordo com suas características, o teor alcoólico expresso em álcool por volume (ABV), a intensidade de amargor devido à concentração de lúpulo medido de acordo com a IBU (International Bitterness Unit), unidade internacional de amargor e, por fim, a cor da cerveja, medida de acordo com a SRM (Standard Reference Method), método padrão de referência (EVANGELISTA, 2012).

A cerveja de estilo Blond Ale é uma cerveja hibrida leve, atualmente é produzida por muitas microcervejarias e brewpubs americanos. Há variações regionais (muitos brewpubs da Costa Oeste produzem versões mais assertivas, como pale ales), porém na maioria dos territórios americanos essa cerveja é desenvolvida como uma cerveja para introdução às cervejas artesanais (BJCP, 2008).

Assim, objetivou-se neste trabalho a elaboração de cerveja artesanal tipo Blonde Ale com duas concentrações de fermento, e avaliação da sua impressão global e intenção de compra.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A cerveja foi produzida a partir de um kit adquirido em uma loja virtual de produtos para produção de cerveja, contendo os maltes, lúpulo e fermento: Malte pilsen Agraria (Brasil), Malte Caramalt Muntons (Inglês), Lúpulo Willamette 5,7% alfa ácido, Fermento US West Coast M44 (Alta fermentação e alta atenuação).

A água foi obtida no comércio local, sendo a que mais se adequou aos padrões da água cervejeira, apresentando pH a 25ºC de 5,49, temperatura da água na fonte 26,9ºC e condutividade elétrica a 25ºC em mhos/cm 8,68x10^5.

Foram produzidas duas formulações nas quais apenas a concentração do agente da fermentação variou (Tabelas 1).

Tabela 1 - Formulação das cervejas I e II

Ingredientes (%)	Cerveja I	Cerveja II
Água	89,21	89,19
Malte Pilsen	10,19	10,19
Malte Caramalt	0,51	0,51
Lúpulo	0,06	0,06
Fermento	0,03	0,05

A formulação apresentada foi retirada do software denominado BeerSmith, para produção de uma cerveja de estilo American Blonde Ale, cerveja artesanal americana, fácil de beber e com realce no malte.

As formulações seguiram as mesmas etapas e processos unitários desde a moagem do malte até a obtenção do produto final, o controle de variáveis como tempo e temperatura foram criteriosamente seguidos segundo as instruções do software BeerSmith.

Iniciou-se com a etapa de brassagem (preparo do mosto) onde 13L de água foram aquecidos até a temperatura de 67ºC, posteriormente foi adicionado o malte moído e mosturado por 75min. O mosto então foi aquecido até 75ºC. Em seguida o mosto foi separado do bagaço de malte utilizando filtração convencional sob pressão atmosférica, sendo o próprio bagaço de malte (torta) o elemento filtrante e um filtro "bazuca" colocado na dorna de mostura.

Ao final da filtração do mosto primário, a torta foi lavada com 18 litros de água à temperatura de 78°C, que havia sido aquecido anteriormente, para a obtenção do mosto misto. Este foi fervido sob pressão atmosférica, por 60 minutos, sendo o lúpulo adicionado antes do início da ebulição, etapa esta, chamada de lupulagem de 1º mosto. Após a fervura, realizou-se a retirada do trub por decantação.

Após o término da fervura esperou-se 10min e foi iniciada a etapa de resfriamento em do mosto, em refrigerador doméstico até (20ºC), para inoculação do microrganismo (Saccharomyces cerevisiae).

A fermentação ocorreu sob temperatura controlada de 18ºC±2ºC, durante 10 dias para a Cerveja I e 7 dias para Cerveja II. Após o termino da fermentação, o mosto foi retirado do tanque de fermentação descartando a massa celular da levedura por decantação.

A maturação ocorreu a 10ºC±2ºC, durante 11 dias para as duas cervejas, prosseguiu-se então para o envase. A primeira garrafa a ser envasada foi vedada com tampa contendo um manômetro, para acompanhar a formação de gás dentro da garrafa, esta fase de carbonatação ocorreu durante 3 dias para a Cerveja I e 4 dias para Cerveja II, passada essa etapa as cervejas foram colocadas em ambiente refrigerado para as análises.

A impressão global das cervejas foi analisada, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, de acordo com Sidel (1993), onde 9 representa "gostei muitíssimo"e 1- "desgostei muitíssimo". Além disso, foi avaliada a intenção de compra através de escala estruturada de cinco pontos, na qual 5 representa "certamente compraria" e 1- "certamente não compraria". A avaliação sensorial foi realizada com 100 provadores não treinados e selecionados de forma aleatória, entre servidores e alunos da Universidade Federal do Maranhão.

Os testes sensoriais foram conduzidos em cabines individuais, sob luz vermelha. As amostras foram apresentadas na temperatura de 5º C, em taças de vidro codificadas com códigos aleatórios de três dígitos e contendo aproximadamente 40 ml de líquido com espuma. As amostras foram acompanhas de água, para enxágue da boca entre as avaliações de cada amostra. Para os atributos sensoriais foi considerado um experimento em blocos casualizados, onde os tipos Cerveja I e Cerveja II foram os tratamentos (1 e 2) e os provadores foram os blocos, sendo que as variáveis avaliadas foram: impressão global e intenção de compra.

Para avaliar os tratamentos quanto às variáveis citadas, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon pareado (duas amostras dependentes) a 5% de significância, onde não há suposições sobre a distribuição dos dados, como descrito em Gibbons e Chakraborti (2010). Todos os dados foram tabulados na planilha Excel 2013 e os testes realizados no programa SAS (SAS, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da impressão global e intenção de compra das duas cervejas artesanais estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios ± desvios-padrão para a Impressão Global e Intenção de compra para as duas Cervejas

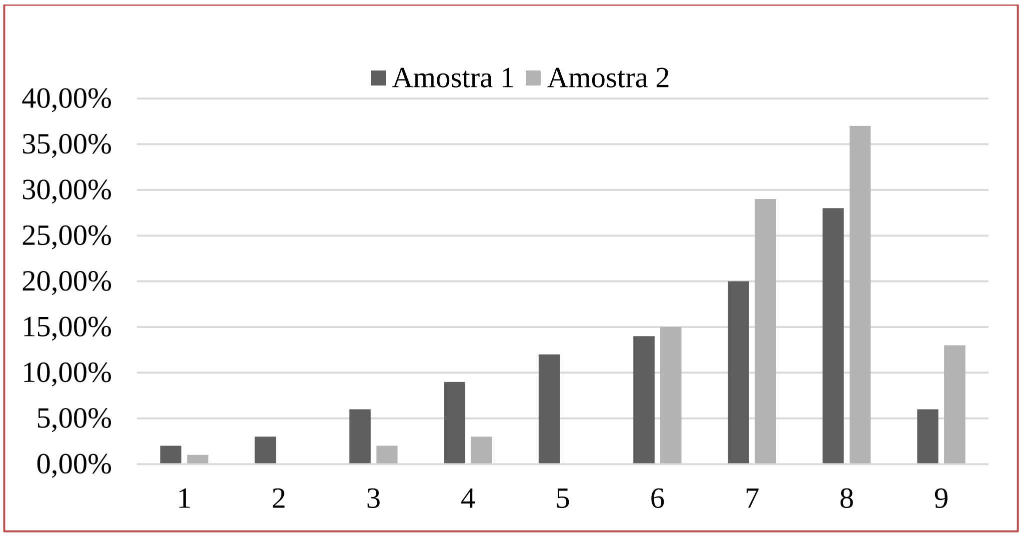
Cerveja	Impressão Global	Intenção de compra
I	6,24±1,96b	3,08±1,16b
II	7,25±1,40ª	3,90±1,03a

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferiram estatisticamente ($p<0{,}05$) pelo teste pareado de Wilcoxon.

A cerveja II apresentou média de impressão global estatisticamente superior ao da cerveja I (Tabela 2). A impressão global da cerveja II foi de 7,25±1,40 que está compreendido entre "gostei moderadamente" e "gostei muito", já a cerveja I teve impressão global 6,24±1,96 que está compreendido entre "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente" representado na figura 1. Ambas ficaram na zona de aceitação, revelando que os provadores gostaram das duas formulações de cerveja artesanal.

Curi et al. avaliaram a produção de cerveja utilizando cevada e maltose de milho como adjunto de malte e encontrou médias de aceitação variando de 4,3 a 8,0, onde a média mais alta na prova sensorial, foi obtida no tratamento 100% malte. Os tratamentos 2 e 3 obtiveram médias intermediárias e não diferiram entre si. A bebida de menor aceitação foi aquela produzida com a menor proporção de malte na formulação (30%).

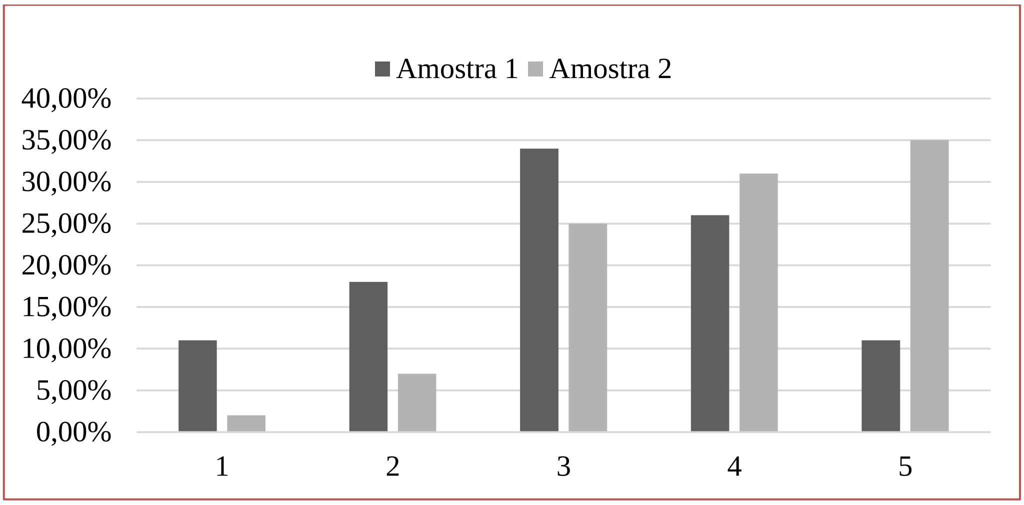
Figura 1 - Frequência dos valores hedônicos para Impressão Global (%), das duas formulações de cerveja



1-Desgostei muitíssimo; 2- Desgostei muito; 3- Desgostei moderadamente; 4- Desgostei ligeiramente; 5- Nem gostei nem desgostei; 6- Gostei ligeiramente; 7- Gostei moderadamente; 8- Gostei muito; 9- Gostei Muitíssimo.

A aceitação global das amostras foi satisfatória sendo que para cerveja I 58% dos provadores optaram por valores na zona de aceitação e para cerveja II 83% dos provadores avaliaram o produto com notas na zona de aceitação, ou seja, notas maiores que 5 na escala hedônica de nove pontos. Este valor mostra também a maior aceitação da amostra II em relação a amostra I. O maior percentual de escolha para a cerveja I foi o "gostei muito", onde 28% dos provadores fizeram esse julgamento, e para a cerveja II foi também o "gostei muito" com um percentual de 37%, como mostrado na figura 2.

Figura 2- Frequência dos valores hedônicos para Intenção de compra (%), das duas formulações de cerveja



1-Certamente não compraria; 2- Possivelmente não compraria; 3- Talvez comprasse, talvez não; 4- Provavelmente compraria; 5- Certamente compraria.

Quando avaliada a intenção de compra as duas amostras ficaram com notas compreendidas entre 3-4 que é entre os termos “talvez comprasse, talvez não compraria” e “provavelmente compraria”, apresentando assim um resultado satisfatório. Quando foram questionados quanto à intenção de compra caso estes produtos estivessem disponíveis nos supermercados, 26% dos provadores afirmaram que possivelmente comprariam a cerveja I e 31% para a cerveja II, e ainda 30% afirmaram que certamente comprariam a cerveja II totalizando uma aceitação de 61% da cerveja II. Já a cerveja I, apresentou um alto percentual na zona de indiferença, com 34% dos provadores afirmando que talvez comprassem, ou talvez não comprassem a cerveja I. Em uma escala de 1 a 5, este atributo obteve média igual a 3,08 para a cerveja I e 3,90 para cerveja II apresentando um produto com grande potencial para o mercado consumidor.

Carvalho e Zambiazi (2011), avaliaram o processo fermentativo de cerveja pilsen pelo uso de diferentes concentrações de Saccharomyces cerevisiae, e verificaram que o aumento na concentração de levedura de 10,0mL para 15,0mL, por litro de mosto, reduziu o tempo de fermentação da cerveja. Além disso, os autores relataram que o aumento da concentração de levedura induziu a uma maior concentração de ésteres durante o período de maturação da bebida.

Dessa forma, o destaque sensorial observado na amostra II, no presente trabalho, pode ter relação com os resultados encontrados no trabalho de Carvalho e Zambiazi (2011). Pois, segundo Araújo e Hornsey (2003), os ésteres constituem um grupo de compostos que tem uma grande importância no aroma e sabor da cerveja, conferindo um aroma e sabor frutado, além de contribuírem para o corpo do produto, favorecendo uma boa impressão global, e aceitação sensorial da bebida.

4. CONCLUSÃO

De acordo com a análise sensorial verificou-se que cerveja fermentada utilizando uma concentração de 0,05% de agente de fermentação foi melhor avaliada em todos os aspectos e mais de 60% indicaram ter intenção de comprá-la, ressaltando que as duas amostras obtiveram uma boa aceitação pelos provadores para os dois atributos, caracterizando os dois produtos como uma alternativa para o mercado consumidor.

REFERÊNCIAS

[1] Araujo, F. B., Silva, P. H. A., Minim, V. P. R. (2003). Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro.

[2] Ciênc. Tecnol. Alim., 23(2), 121-128.

[3] BJCP. (2008). Diretrizes de Estilo para Cerveja do Beer Judge Certification Program..

[4] Carvalho, D. S., Zambiazi, R. C. (2011) Avaliação do processo fermentativo de cerveja pilsen pelo uso de diferentes concentrações de Saccharomyces cerevisiae.

[5] Alimentos e Nutrição, 22(3), 351-357.

[6] Cervesia. (2011). A Cerveja. Disponível em: <http://cervesial.org.br/a-cerveja/>.

[7] Cunha, T. V. (2011). Competitividade e Segmentação na Indústria Cervejeira: Uma Análise da Competitividade das Microcervejarias Catarinenses. Monografia (Dissertação de graduação) - Centro Sócio Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

[8] Curi R. A., Venturini Filho,W.G.; Ducatti, .C.; Nojimoto. (2008) Brazilian Journal of Food Technology, 11(4), 279-287.

[9] Evangelista, R. R. (2012). Análise do processo de fabricação industrial de cerveja. Monografia (Graduação em Tecnologia em Biocombustíveis) - Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Araçatuba.

[10] Gibbons, J. D. Chakraborti, S. (2010). Nonparametric Statistical Inference, (5th Edition). Flórida: CRC Press, Florida.

[11] Hornsey, I. S. (2003). Elaboración de cerveza: microbiologia, bioquímia y tecnología. Zaragoza: Acribia.

[12] Morado, R. (2009). Larousse da cerveja. São Paulo. Larousse do Brasil.

[13] Sidel, J.L., Stone, H. (1993) The role of sensory evaluation in the food industry. Food Quality and Preference, (4), 65-73.

[14] Statistical Analysis System – SAS. SAS software: user's guide. Version 8.2. Cary: 2000. 291p.

Capítulo 19

O método de perfil livre como ferramenta para construção do perfil sensorial da cachaça

Mariana Gouvêa Rodrigues
Henrique Belinassi Balarini
Crislaine Alvarenga Perez de Paula
João Bosco Faria

Resumo: O processo de envelhecimento é muito utilizado em bebidas, principalmente em destiladas, devido à melhoria do perfil sensorial causada pelas reações com a madeira do tonel. A análise descritiva é uma ferramenta importante que consegue acompanhar a evolução sensorial da bebida durante o envelhecimento, porem o método descritivo clássico requer um painel de assessores treinados, o que o torna demorado e caro. O método de Perfil Livre é uma alternativa interessante, que possibilita a caracterização por consumidores não treinados, por isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar amostras de cachaças comerciais não envelhecidas e envelhecidas em tonéis de carvalho pelo período de um a quatro anos com o objetivo de avaliar a capacidade discriminativa do método. Os dados obtidos foram submetidos à Análise Procrustes Generalizada (GPA) e selecionados apenas termos descritivos que apresentaram correlação entre -0,60 ≤ r ≥ 0,60. Houve separação das cachaças em quatros grupos, porém os perfis gerados não foram capazes de separá-las por tempo de envelhecimento, mas pelas características sensoriais e por outros fatores os quais não puderam ser investigados nesse estudo.

Palavras-chave: processo de envelhecimento, análise descritiva, consumidores, assessores não treinados.

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é amplamente empregado em bebidas alcoólicas, principalmente nas destiladas, que tem seu perfil sensorial enriquecido pelas características da madeira.

Estudos mostraram que cachaças envelhecidas em carvalho além de adquirirem descritores de baunilha, mel, banana e especiarias tiveram a redução dos descritores de aroma e sabor alcoólico bem como o de pungência o que estaria relacionado com um aumento da aceitação da bebida (Bortoletto e Alcarde, 2013; Rota, 2013).

A análise descritiva da cachaça permite o acompanhamento da evolução do perfil descritivo da bebida durante o processo de envelhecimento, sendo assim uma importante ferramenta do controle de qualidade da bebida, porém no Brasil a produção de cachaça se dá, em sua maioria, por pequenos produtores que não dispões de recursos para aplicação do método descritivo tradicional. Além disso, estudos têm mostrado que o perfil descritivo gerado por assessores treinados não condis com os estudos realizados com consumidores, que mesmo mais simples refletem os descritores que realmente são significativos para o mercado (Varela e Ares, 2012).

Neste cenário o Perfil Livre (FCP – Free-Choice Profiling) é uma técnica de análise sensorial descritiva interessante, pois nela os assessores que compõem o painel de descrição são consumidores e tem liberdade de utilizar os termos descritivos na quantidade e da maneira que desejarem desenvolvendo uma lista própria de atributos e definições para avaliação das amostras, eliminando a necessidade das inúmeras sessões de treinamento em grupo comum às técnicas descritivas clássicas, e com isso reduzindo o tempo de execução e consequentemente custos com a análise (Dutcosky, 2011; Jack e Piggott, 1991). A técnica foi proposta por Williams e Langron em 1984, e baseia-se no princípio de que as pessoas percebem as mesmas características no produto, mesmo que se expressem de forma diferenciada.

Visto isso, o presente estudo teve por objetivo avaliar a capacidade discriminativa do método de Perfil Livre quando aplicado a um painel composto por consumidores de cachaça não treinados.

2 METODOLOGIA

2.1 CACHAÇAS

Para este estudo foram utilizadas cachaças comerciais não envelhecidas (1, 2, 3, 4) e envelhecidas em tonéis de carvalho por um (7, 8, 9, 10), dois (13, 14, 15, 16), três (19, 20, 21, 22) e quatro anos (25, 26, 27, 28) participantes do Concurso de Qualidade da Cachaça, Faculdade de Ciências Farmacêuticas - UNESP (FCF – UNESP).

Como controle do tempo de envelhecimento foi utilizado à cachaça da Cooperativa dos Produtores de Cana, Aguardente, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo – COPACESP antes (T, T1, T2, T3, T4) e após o processo de redestilação (R, R1, R2, R3, R4).

2.2 PAINEL DE ASSESSORES

Os assessores que fizeram parte desse estudo foram recrutados juntos aos estudantes da FCF UNESP, dentre consumidores de cachaça. Para a seleção do painel de assessores foi utilizado o Teste de Ishihara (reconhecimento de cores), o Teste de sensibilidade e identificação de gostos básicos (soluções aquosas a 0,10 e 0,50% de ácido acético; 0,05 e 0,20% de cafeína; 0,40 e 1,20% de sacarose e 0,10 e 0,30% de cloreto de sódio), Teste de reconhecimento de substâncias sápidas (Teste de identificação e descrição dos aromas de açúcar mascavo, álcool, anis, banana, baunilha, cachaça, cachaça envelhecida, canela, cravo, madeira, mel e melaço; Teste de ordenação para discriminação do aroma de baunilha utilizando solução hidro alcoólica de essência de baunilha a 0,1, 05 e 1,0%; Teste de ordenação para discriminação do gosto amargo utilizando solução hidro alcoólica de cafeína a 0,05, 0,10 e 0,20%), Teste de reconhecimento de madeiras (Teste triangular para diferenciação entre cachaças envelhecidas em castanheira e umburana), e por fim, o Teste de utilização de escala (transcrição da proporção preenchida de figuras geométricas para escalas não estruturadas).

Fizeram parte do painel 9 assessores com porcentagem de acerto mínimo de 55%, idade média de 24± 2,8 anos, que declararam gostar ligeiramente a muitíssimo de bebidas alcoólicas e consumir pelo menos 1 vez a cada quinze dias, sendo 77% do sexo feminino.

2.3 PERFIL LIVRE

A análise sensorial descritiva foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da FCF UNESP utilizando o método de Perfil Livre (FCP). Foram necessárias 16 sessões, uma para levantamento e definição dos termos descritios (aparência, aroma, sabor e textura) e 15 para avaliação das cachaças. As cachaças foram apresentadas em taças cobertas com vidro de relógio, avaliadas monádicamente e em triplicata (Langrom et al, 1984).

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos pelo FCF foram submetidos à Análise Procrustes Generalizada (GPA) para obtenção da configuração consenso capaz de explicar a variabilidade entre as amostras (Gower, 1975), o software utilizado foi o Senstools. NET (OP&P Product Research).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O vocabulário preliminar gerado pelo painel de assessores variou entre 13 e 21 termos descritivos, porém apenas os citados por pelo menos três assessores foram selecionados nesse estudo, na Tabela 1 está apresentada a frequência de cada um dos termos descritivos.

Tabela 1 – Frequência de ocorrência dos termos descritivos.

Atributo	Termo Descritor	Sigla	Termos usados pelo painel	Frequência* (%)
Aparência	Coloração amarelada	C_Yell	Cor amarela, amarelada, cor	100
	Aderência à taça	Ap_Oil	Corpo, viscosidade, aderência	44
Aroma	Alcoólico	A_Alc	Alcoólico	100
	Amadeirado	A_Wd	Madeira, amadeirado, carvalho	89
	Azedo	A_Sour	Azedo, estragado	44
	Baunilha	A_Van	Baunilha, Whisky	56
	Melado de cana-de-açúcar	A_Mlss	Melaço, melado de cana-de-açúcar	67
Gosto/Sabor	Ácido	T_Acid	Ácido	33
	Alcoólico	F_Alc	Alcoólico	100
	Amadeirado	F_Wd	Amadeirado, carvalho, amargo	78
	Residual amargo	Af_Btt	Residual amargo	56
	Doce	T_Swt	Doce, adocicado	56
Sensação Bucal	Adstringente	Ast	Adstringente, seca	44
	Pungente	Pung	Pungência, formigamento, ardência, ardente	100
	Viscosa	Fbd	Viscosidade, oleosa, pesada	44

* Percentual de resposta (n = 9).

Rota et al, (2013) e Cardello e Faria (1998) em análise descritiva quantitativa de cachaças observaram um aumento significativo na coloração amarelada, assim como uma diminuição significativa no aroma alcoólico, sabor alcoólico e pungência em cachaças envelhecidas, termos descritivos esses mais citados no presente trabalho.

Após a GPA, foram selecionados apenas os termos descritivos que apresentaram correlação de -60 ≤ r ≥ 60 (Tabela 2) em pelo menos uma das duas primeiras dimensões para compor a configuração consenso que foi capaz de explicar 82,26% da variabilidade total das amostras nas duas primeiras dimensões (Figura 1).

Tabela 2 – Termos descritivos correlacionados* com pelo menos uma das duas primeiras dimensões geradas pela Análise Procrustes Generalizada (GPA).

Assessores	Termos Descritivos	Dimensão 1	Dimensão 2
1	Coloração Amarelada	-0,79	0,42
	Aroma de Baunilha	-0,69	0,25
	Aroma Amadeirado	-0,74	0,24
	Gosto Doce	-0,18	-0,67
2	Coloração Amarelada	-0,74	-0,03
	Aroma Amadeirado	-0,65	0,37
	Sabor Amadeirado	-0,78	0,1
	Sensação Bucal Adistringênte	0,69	0,11
	Sensação Bucal Viscosa	-0,7	0,48
3	Coloração Amarelada	-0,92	0,06
	Aroma Amadeirado	-0,8	-0,24
4	Aroma de Baunilha	-0,92	0,06
	Aroma Amadeirado	-0,72	-0,1
	Sabor Amadeirado	-0,75	-0,32
5	Coloração Amarelada	-0,5	-0,6
	Aroma de Baunilha	-0,64	0,15
6	Coloração Amarelada	-0,74	-0,14
	Aderêcia à Taça	-0,62	0,32
	Aroma de Baunilha	-0,69	0,04
	Aroma Amadeirado	-0,67	-0,36
	Gosto Residual Amargo	0,7	0,13
	Sabor Amadeirado	-0,69	-0,25
7	Coloração Amarelada	-0,86	0,28
	Aroma Amadeirado	-0,77	0,11
	Aroma de Baunilha	-0,89	-0,01
	Gosto Residual Amargo	-0,13	0,64
	Sabor Amadeirado	-0,82	-0,14
	Coloração Amarelada	-0,84	0,11
8	Aroma de Baunilha	-0,61	-0,16
	Aroma Amadeirado	-0,89	-0,03
	Sabor Amadeirado	-0,63	-0,11
	Gosto Residual Amargo	-0,78	-0,17
9	Coloração Amarelada	-0,85	0,07
	Aroma Amadeirado	-0,75	0,2
	Sabor Amadeirado	-0,65	0,12
	Sensação Bucal Pungente	0,09	-0,62

* Correlação de -60 ≤ r ≥ 60.

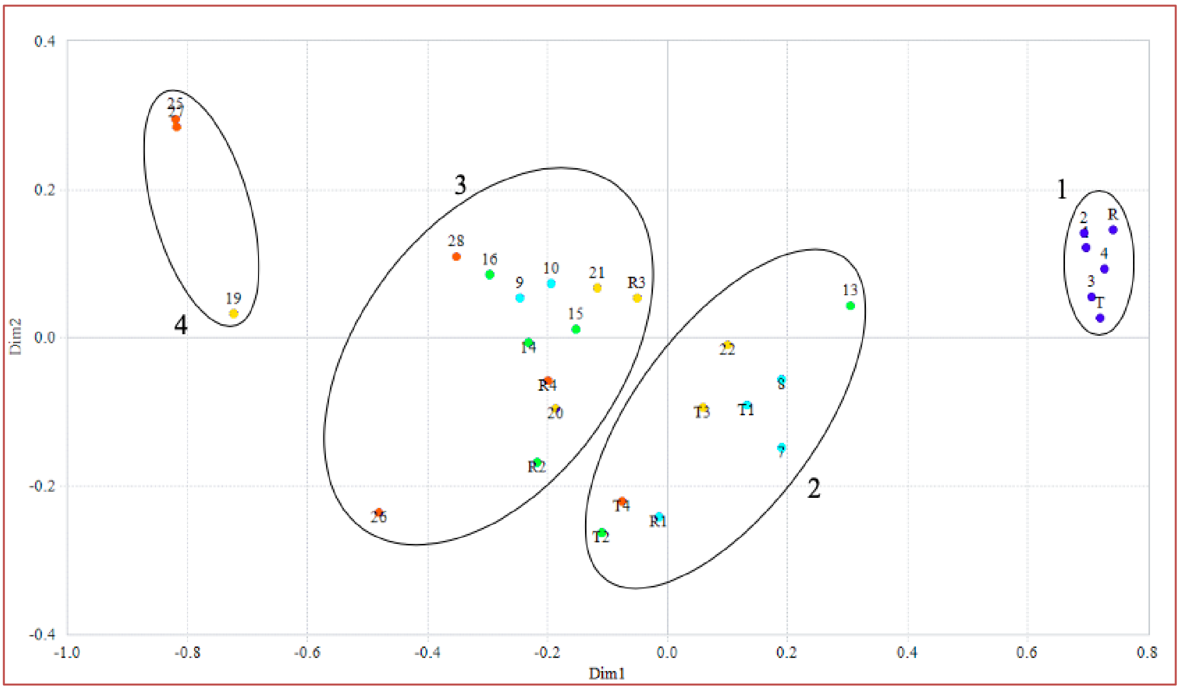
Houve uma separação das cachaças em quatro grupos de acordo com o perfil sensorial. O grupo 1, foi composto pelas cachaças não envelhecidas. O grupo 2, pelas amostras envelhecidas que ainda apresentam descritores característicos da cachaça não envelhecida, esse perfil também foi observado em estudo realizado por Rota e colaboradores (2013), no qual as cachaças com um e dois anos de envelhecimento apresentaram o mesmo perfil sensorial de cachaças não envelhecidas. Nesse grupo chama atenção a cachaça número 13, que apesar de declarar ter três anos de envelhecimento ficou localizada no primeiro quadrante, o mesmo que as cachaças não envelhecidas, esse perfil provavelmente está relacionado com a mistura de cachaça envelhecida com cachaça não envelhecida, prática permitida pela legislação brasileira (Brasil, 2005).

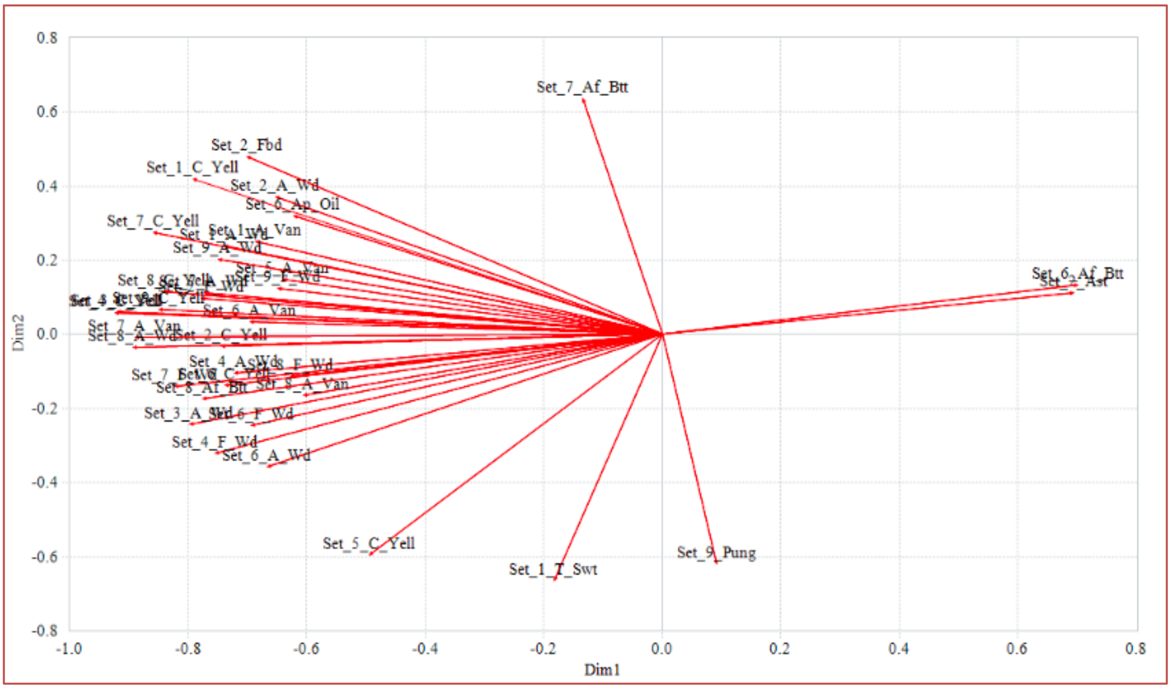
O grupo 3 foi composto pelas cachaças com um perfil de envelhecimento mais bem definido, nesse grupo houve um afastamento da cachaça 26 com relação as demais, devido a uma intensidade maior do termo descritor Coloração Amarelada, que pode estar relacionado com correções artificiais da cor pela adição de caramelo ou extrato de carvalho (Brasil, 2005).

É importante destacar que as cachaças envelhecidas controle apresentaram dois perfis distintos se separando entre o grupo 2, cachaças monodestiladas e redestiladas até um ano, e o grupo 3. Isso pode ser explicado pelo maior teor alcoólico da bebida redestilada durante o processo de envelhecimento, o que possibilita uma maior extração de compostos da madeira (Piggott et al, 1989).

No grupo 4, estão apenas cachaças de 3 e 4 anos, que apresentaram um perfil sensorial de envelhecimento mais marcante do que as cachaças que compuseram o grupo 3. Essa diferenciação pode ser justificada pelas características do tonel de envelhecimento, que quanto mais novo mais transferem suas características ás cachaças (Miranda et al, 2006).

Figura 1 – Configuração Consenso





Dim 1: Primeira Dimensão, explica 67.29% da variabilidade entre as cachaças.

Dim 2: Segunda Dimensão , explica 14.97% da variabilidade entre as cachaças.

'Cachaças': R, T, 1, 2, 3, 4 não envelhecida (azul escuro); R1, T1, 7, 8, 9, 10 envelhecida durante um ano (azul claro); R2, T2, 13, 14, 15, 16 envelhecida durante dois anos (verde claro); R3, T3, 19, 20, 21, 22 envelhecida durante três anos (amarelo); R4, T4, 25, 26, 27, 28 envelhecida durante quatro anos (laranja).

Termos descritivos com correlação -60 ≤ r ≥ 60: Coloração Amarelada (C_Yell), Aderência à Taça (Ap_Oil), Aroma de Baunilha (A_Van), Aroma Amadeirado (A_Wd), Gosto Doce (T_Swt), Sabor Amadeirado (F_Wd), Gosto Residual Amargo (Af_Btt), Sensação Bucal Adstringente (Ast), Sensação Bucal Viscosa (Fbd) e Sensação Bucal Pungente.

Set: Assessor.

4 CONCLUSÕES

Os perfis gerados não separaram as cachaças pelo tempo de envelhecimento, mas por fatores como o tipo de destilação, como visto nesse estudo, além de outros como o volume e tempo de uso dos tonéis que não puderam ser investigados.

O Perfil Livre gerado por consumidores de cachaça não treinados foi capaz de discriminar diferentes perfis nas cachaças, sendo assim uma alternativa viável para aplicação em análise descritiva da cachaça.

REFERÊNCIAS

[1] Alcarde, A.R.; Souza, P.A.; Belluco, A.E.S. (2010). Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 30, 226-232.

[2] Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça (Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

[3] Cardelo, H.M.A.B.; Faria, J.B. (1998). Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (Quercus alba L.). Ciência e Tecnologia de Alimentos. 18.

[4] Dutcosky, S. D. (2011). Métodos descritivos. Análise Sensorial de Alimentos (3. ed.). Curitiba: Ed. Champagnat,

[5] Gower, J. C. (1975). Generalized Procrustes Analysis. Psychometrika, 40, 33-51.

[6] Jack, F. R.; Piggott, J. R. Free (1991). Cholce Proflllng In Consumer Research. Food Qualit and Preference. 3. 129-134.

[7] Langrom, S.P.; Williams, A.A.; Collins, A.K. (1984). A comparison of the consensus configuration from a generalized procrustes analysis with the untransformed panel mean in sensory profile analysis. Wiss Technol. 17. 296–298.

[8] Miranda, M.B.; Horii, J.; Alcarde, A.R. (2006). Estudo do efeito da irradiação gamma (60CO) na qualidade da cachaça e no tonel de envelhecimento. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 26. 772-778.

[9] Piggott, J.R.Ç.; Sharp, R.Ç.; Duncan, R.E.B (1989). The Science and Technology of Whiskies. New York: Longman Scientific & Technical.

[10] Stone H., Bleibaum, R.N., Thomas, H.A. (2012). Sensory evaluation pratices (4. ed.). Oxford: Elsevier.

[11] Rota, M.B.; Piggott, J. R.; Faria, J.B. (2013). Sensory profile and acceptability of traditional and double-distilled cachaça aged in oak casks. Journal of the Institute Brewing. 119, 251–257.

[12] Varela, P.; Ares, G. (2012). Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. Food Research International. 48. 893-908.

Capítulo 20

Informações centesimais e nutricionais de biscoitos com apelo saudável e sua comparação com seus rótulos comerciais

Rodrigo Geremias
Arthur Possenti
Matheus Francio

Resumo: Biscoitos e bolachas são uma importante classe de alimento, produzidas e comercializadas por pequenas e grandes empresas dentro e fora do Brasil. Grande quantidade desses produtos está inserida no mercado e seu consumo se encontra em constante expansão. O presente trabalho teve como objetivo investigar em laboratório a real composição físico-química e nutricional de nove biscoitos simples, comumente consumidos por brasileiros que buscam uma alimentação saudável, rica em fibras e com baixo teor calórico durante seu dia-a-dia. Dentre os testes realizados, percebeu-se que algumas das marcas avaliadas, apesar se exporem como alimentos saudáveis, não atendem às características necessárias para tanto.

Palavras-chave: vida saudável; composição físico-química; tabela nutricional.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Resolução RDC n. 263/2005, que versa sobre farinhas, cereais, amidos e farelos, os biscoitos são alimentos produzidos pela mistura de farinhas, amidos e féculas com outros aditivos, que passam por um processo de amassamento, podendo ser fermentados ou não, possuindo coberturas, recheios, formato e textura diversos. Nutricionalmente, é relevante à análise dos biscoitos o seu teor de fibras, de gordura trans, de açúcares e de sódio.

Uma grande variedade de biscoitos presentes atualmente no mercado utiliza-se da presença de cereais e fibras para atrair consumidores desejosos de uma vida mais saudável. Mensagens publicitárias buscam uma identidade sob o ponto de vista linguístico, bem como vincular à marca valores positivos a fim de aumentar a receptividade do produto pelo consumidor. A publicidade, que, incutindo valores simbólicos aos produtos é capaz de induzir e/ou consolidar tendências, estimular o consumo, ainda taxar determinado produto como indispensável a certo grupo social (Burrowes, 2005).

O desenvolvimento de novos biscoitos busca atender a novos padrões, dentre eles o aumento do percentual de fibras. As fibras, pela definição mais aceita, são compostos heterogêneos carboidratados associados a outros compostos, de importância fundamental na estrutura das plantas, resistente a digestão enzimática e as secreções gastrointestinais humanas (Baxter, 2004).

As fibras alimentares são exaltadas nutricionalmente pela ação benéfica desses compostos no organismo, e seu consumo em quantidade adequada está diretamente relacionado à prevenção de diversas doenças.

Em geral, a população brasileira ingere uma baixa quantidade de alimentos provedores de fibras, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a rotina influencia negativamente o estilo de vida de seus habitantes, o que acarreta no baixo consumo de alimentos naturais e a substituição da comida caseira por alimentos refinados (Stella, 2004).

Além do destaque à presença de fibras, a ausência de ácidos graxos trans também é utilizada como chamariz desses alimentos. A gordura trans sempre fez parte da alimentação humana através das carnes, leites e seus derivados. Entretanto a produção de ácidos substitutos para manteigas e gorduras pelo método de hidrogenação de óleos vegetais, acarretou num aumento significativo da inserção desses lipídeos na dieta do homem moderno (Martin, 2004).

Ainda, os biscoitos são conhecidos como alimentos que possuem grandes quantidades de açúcar, componente que assume importância destacada na produção e na qualidade desses alimentos. Eles são responsáveis pela textura, pelo sabor, pela doçura, pela cor e pela qualidade do produto final, sofrendo influência do tipo de açúcar e de sua granulometria (Manohar; Haridas-Rao, 1997). Consequência do uso abusivo de açúcar, o diabetes ocorre devido a sua presença em excesso no sangue (glicemia) e na urina (glicosúria), podendo ser classificada de acordo com sua patogênese, em diabetes tipo 1, diabetes tipo 2, diabetes gestacional e diabetes insipidus (Halpern, 2000).

O cloreto de sódio, por outro lado, está presente em grande parte dos alimentos, dentre eles os biscoitos. Parte do sódio é neles encontrada naturalmente, porém a maior parte é adicionada no momento de sua produção ou consumo. O sódio não serve somente para conferir sabor aos alimentos, mas também se destina à segurança sanitária, à textura e à estrutura dos produtos. Esse elemento é vital para nosso organismo, pois contribui na regulação osmótica de fluidos, na transmissão de estímulos nervosos e na contração dos músculos (Ferrari; Soares, 2003). Contudo, em grandes quantidades, está associado a hipertensão arterial, doença sistêmica que envolve alterações nas artérias e no miocárdio, pode ser causada por múltiplos fatores, e é um grave problema à saúde pública, reconhecida como fator precípuo de doenças cardiovasculares. (Oliveira, 2011).

Assim, em virtude dos reflexos decorrentes do consumo das citadas substâncias, extrai-se a relevância na análise das tabelas nutricionais, tanto pela precisão das informações ser direito do consumidor, quanto por ser imperativo de saúde pública. Por tais razões, por meio de análises bromatológicas o presente projeto testou a comprobatoriedade dos dados apresentados em tabelas nutricionais de nove biscoitos simples, sem presença de recheios, de marcas escolhidas aleatoriamente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados nove biscoitos de diferentes marcas conhecidas, dos quais foram adquiridas três embalagens de lotes diferentes para extração das amostras por pool.

2.1 MATERIAIS

Foram homogeneizadas e moídas em moinho helicoidal resfriado, com rotação de 2000 rpm, em granulometria de 0,5 mm, 500 gramas de cada um dos biscoitos.

Na determinação de lipídios foi utilizado um extrator de Soxhlet, para a quantificação de proteínas utilizou-se o método Dumas empregando-se o equipamento Leco FP-528. Ainda, os ácidos graxos foram aferidos por meio de cromatógrafo GQ HP5890II e a análise de sódio foi realizada por fotometria com o equipamento Quimis Q498M2.

2.2 MÉTODOS

Para elaboração de tabela nutricional foram realizadas as seguintes análises na respectiva ordem, todas realizadas no período de uma semana e em triplicata.

Determinação de umidade e voláteis por estufa: AOAC – Official Methods of Analysis – 18th. Ed. 2005 – Revisão 2, 2007 – Official Method 945.39. Moisture in soybean flow Cap.32, p.51.

Determinação de resíduo mineral fixo: AOAC – Official Methods of Analysis – 18th. Ed. 2005 – Revisão 2, 2007 – Official Method 920.153. Ash of meat Cap.39, p.4.

Determinação de glicídios redutores em glicose e não redutores em sacarose: Brasil. Instrução Normativa n. 20, de 21 de julho de 1999, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Determinação de sódio: Sódio pelo método Diário Oficial de 09 de setembro de 1999. Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes-Sal e Salmoura. Cap. 5. Métodos Quantitativos. P. 78-82.

Determinação de ácidos graxos por CG: AOAC – Official Methods of Analysis- 18th. Ed., 2005 – Revisão 2, 2007 – Official Method 963.22. Methyl Esters of Fatty Acids in Oils and Fats Cap.41, p.25.

Determinação de fibra alimentar total: AOAC – Official Methods of Analysis- 18th. Ed. 2005 – Revisão 2, 2007 – Official Method 991.43. Total, soluble and insoluble dietary fiber in foods. Enzimatic-graviometric method, MÊS- Tris Buffer Cap.32, p.7.

Determinação de proteína bruta pelo método de combustão dumas: AOAC- Official Methods of Analysis- 18th. Ed., 2005 – Revisão 2, 2007 – Official Method 992.15. Crude protein in meat and meat products including pet foods, Cap.39, p.6 e 7.

Cálculo de calorias ou energia em alimentos: RESOLUÇÃO – RDC N.360, DE DEZEMBRO DE 2003. Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Brasília. 2003.

Determinação de lipídios: AOAC – Official Method of Analysis, Method 945.16, Oil in Cereal Adjuncts. 18th Ed. AOAC International Gaithersburg. MD (2005). AOAC. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16th Ed Gaitherburg: 1997.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos resultados foi possível a elaboração de tabela nutricional baseada nos experimentos conduzidos em laboratório, a qual foi comparada com a tabela nutricional presente na embalagem fornecida pelo fabricante, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos em laboratório em comparação com os disponíveis na embalagem.

Parâmetros	Embalagem	Resultados laboratoriais	Embalagem	Resultados laboratoriais	Embalagem	Resultados laboratoriais
	Biscoito 1		Biscoito 2		Biscoito 3	
% umidade	-	5,81 ± 0,20	-	5,06 ± 0,17	-	2,01 ± 0,08
% cinzas	-	2,39 ± 0,09	-	1,38 ± 0,05	-	3,42 ± 0,14
% lipídios	13,00	18,79 ± 0,64	12,34	10,76 ± 0,52	16,00	13,26 ± 0,62
sódio mg/100g	1006,70	992,00 ± 39,44	180,00	156,00 ± 7,25	900,00	837,00 ± 38,16
% glicidíos	-	4,70 ± 0,18	-	13,26 ± 0,63	-	6,46 ± 0,30
% proteína	11,00	11,06 ± 0,47	10,34	10,69 ± 0,48	10,00	11,38 ± 0,53
% fibra alimentar	2,67	3,50 ± 0,15	5,00	4,48 ± 0,22	9,67	8,51 ± 0,37
% carboidratos	70,00	60,00 ± 2,66	70,00	70,00 ± 3,29	60,00	63,33 ± 2,23
energia/100g em kcal	480,00	453,25 ± 20,39	426,67	419,60 ± 20,11	420,00	418,18 ± 20,04
	Biscoito 4		Biscoito 5		Biscoito 6	
% umidade	-	2,12 ± 0,10	-	5,98 ± 0,28	-	2,94 ± 0,14
% cinzas	-	2,45 ± 0,12	-	1,63 ± 0,04	-	2,35 ± 0,10
% lipídios	14,33	13,57 ± 0,50	10,00	11,53 ± 0,49	17,14	16,20 ± 0,51
sódio mg/100g	780,00	798,00 ± 38,30	340,00	390,00 ± 18,66	614,28	580,00 ± 27,68
% glicidíos	-	5,22 ± 0,24	-	20,68 ± 0,84	-	8,21 ± 0,36
% proteína	10,00	9,78 ± 0,34	7,33	7,32 ± 0,32	10,95	9,78 ± 0,43
% fibra alimentar	8,66	8,57 ± 0,34	3,00	3,33 ± 0,14	7,14	7,00 ± 0,34
% carboidratos	66,67	64,67 ± 3,07	66,67	68,66 ± 3,09	61,90	61,90 ± 2,94
energia/100g em kcal	436,67	419,93 ± 20,11	386,67	470,37 ± 22,41	438,09	432,52 ± 20,71
	Biscoito 7		Biscoito 8		Biscoito 9	
% umidade	-	4,68 ± 0,22	-	2,31 ± 0,10	-	6,00 ± 0,26
% cinzas	-	2,46 ± 0,09	-	2,61 ± 0,12	-	2,67 ± 0,09
% lipídios	16,67	16,84 ± 0,59	18,46	17,70 ± 0,61	13,67	12,56 ± 0,54
sódio mg/100g	666,67	630,00 ± 28,21	742,30	700,00 ± 33,58	266,67	260,00 ± 11,87
% glicidíos	-	8,34 ± 0,37	-	7,38 ± 0,33	-	17,23 ± 0,81
% proteína	10,00	10,37 ± 0,50	8,46	8,39 ± 0,35	9,34	8,45 ± 0,40
% fibra alimentar	0,00	0,20 ± 0,01	2,31	2,37 ± 0,09	2,67	2,67 ± 0,11
% carboidratos	66,67	66,00 ± 3,16	65,38	65,40 ± 3,13	66,67	66,00 ± 3,13
energia/100g em kcal	456,67	457,04 ± 21,92	461,54	454,38 ± 47,21	426,67	413,52 ± 19,74

Com base na porcentagem de lipídios totais, também foi traçado em laboratório o perfil de ácidos graxos, possibilitando a comparação com dados evidenciados na embalagem, representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos encontrado em cromatógrafo gasoso comparados aos disponíveis na embalagem.

Parâmetros	Embalagem	Resultados laboratoriais	Embalagem	Resultados laboratoriais	Embalagem	Resultados laboratoriais
	Biscoito 1		Biscoito 2		Biscoito 3	
%Gord. saturada	2,67	7,24	-	2,86	-	1,22
%Gord. mono-insat.	-	6,77	3,33	5,66	3,67	9,37
%Gord. poli-insat.	-	4,44	5,34	2,24	8,67	2,64
%Gord. Trans	3,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biscoito 4		Biscoito 5		Biscoito 6	
%Gord. saturada	6,00	5,87	3,34	4,94	2,85	2,83
%Gord. mono-insat.	-	3,88	-	3,27	3,81	4,01
%Gord. poli-insat.	-	3,82	-	3,29	9,04	9,37
%Gord. Trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Biscoito 7		Biscoito 8		Biscoito 9	
%Gord. saturada	5,00	3,72	5,38	5,08	2,33	2,16
%Gord. mono-insat.	-	3,41	4,61	5,35	-	2,75
%Gord. poli-insat.	-	5,67	7,31	7,08	-	7,65
%Gord. Trans	2,00	1,04	0,00	0,20	0,00	0,00

Tomando por base a Resolução RDC Nº 360, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003, da ANVISA, observou-se discrepância entre os resultados, que não atenderam à faixa de aceitação de 20% de diferença entre o valor real e aquele especificado na embalagem.

Com relação à quantificação de ácidos graxos, os níveis de gordura trans dos biscoitos 1 e 7 divergiram de forma positiva, apresentando valores menores do que os citados na embalagem mas, de qualquer forma, fora do margem aceita pela resolução. Do mesmo modo os biscoitos 1, 5 e 7 não respeitaram os níveis de gordura saturada, destoando no expressivo valor de 271,16% a mais do que o evidenciado pela embalagem (biscoito 1). Já no quesito gorduras mono e poli insaturadas foi possível caracterizar limites acima dos tolerados nas amostras dos biscoitos 2 e 3.

A respeito de fibra alimentar, verificou-se quantidade superior ao especificado pelo fabricante na amostra analisada do biscoito 1, em mais de 131,09 %.

Nada obstante, foi concluído que, apesar de algumas discrepâncias, todos os biscoitos que tiveram o apelo comercial de riqueza em fibras confirmaram essa expectativa, pois a Resolução RDC nº 360 permite que alimentos preparados possam caracterizar-se ricos em fibras desde que possuam mais de 2,5g de fibra por 100g de alimento situação verificada nas amostras analisadas.

4 CONCLUSÕES

Evidencia-se que, dos nove biscoitos estudados neste trabalho, cinco apresentaram pelo menos um parâmetro fora das especificações de tabela nutricional preconizadas pela ANVISA. Algumas destas discrepâncias foram positivas no sentido de encontramos menos gordura trans ou mais fibras do que o disposto na embalagem, demonstrando uma falta de controle de processo ou atualização das informações nutricionais informadas ao público. Significa dizer que as informações expressas nas embalagens, atrativas e com apelo saudável, podem não representar a verdadeira composição de um biscoito. Isto pode ser verificado, por exemplo, nos valores energéticos encontrados onde o biscoito 5, feito de farinha de trigo e sem a pretensão de ser saudável se equipara a biscoitos do chamado “projeto verão”. Comparações como estas abordadas no presente projeto podem e devem ser executadas continuamente por laboratórios, capazes de garantir o direito do consumidor à precisa informação acerca do produto exposto à venda.

A grande quantidade de informações e a disposição das mesmas, ou a sua alteração, pode induzir o consumidor a erro ou a engano, uma vez que este acaba por adquirir um produto não compatível com as características desejadas em sua dieta. Da mesma forma resultados apresentados acabaram por evidenciar mais essa problemática. Além do mais, itens não disponíveis na tabela presente na embalagem mesmo que não obrigatórios, como no caso dos glicídios e de alguns compostos graxos, demonstra-se indesejável, afinal poderiam elas auxiliar e esclarecer dúvidas de consumidores na escolha dos produtos alimentícios facilitando a sua inserção segura em diferentes tipos de dieta.

REFERÊNCIAS

[1] Baxter, Y. C. (2004) Fibras alimentares; fibras adicionais; efeitos fisiológicos esperados e mudanças de hábitos alimentares. SBNPE- Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral. Disponível em: http://sbnperj.com.br/Arquivos/boletim%20SBNPE%2038.pdf

[2] Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). Regulamento Técnico para produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. (Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

[3] Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2003). Regulamento Técnico para Rotulação Nutricional de Alimentos. (Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

[4] Burrowes P. (2005) Viagem ao território da publicidade. Comum. Midia consumo; 2(5), 205- 219.

[5] Ferrari, C. C.; Soares, L. M. V. (2003) Concentrações de sódio em bebidas carbonatadas nacionais. Ciência Tecnologia & saúde, Campinas. v. 23, n. 3.

[6] Halpern, A, Leonel, C.(2000) Medicina: mitos e verdades. (4. ed.). São Paulo: CIP. Cap. 6, p. 168-175.

[7] Manohar, R. S.; Haridas-Rao, (1997). Effect of sugars on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 75 (3), 383-390.

[8] Martin, C.A.; Matshushita, M. E Souza N.E.(2004). Ácidos graxos trans: implicações nutricionais e fontes na dieta. Revista de Nutrição, 17 (3), 361-368.

[9] Mion JR, D. (2002). Hipertensão Arterial. Sociedade Brasileira de Cardiologia e Sociedade Brasileira de Nefrologia. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2016/VDiretriz-HA.pdf&ved=0ahUKEwjQgu3lwunLAhUHvZAKHfjnCZ0QFggiMAI&usg=AFQjCNFn69-Cr78JOdRAvHd_9TmVZnsypA&sig2=CwF3QuhbP79SkwjA1z46_g

[10] Oliveira, A. (2011). Tratamento não medicamentoso da hipertensão arterial. Revista Bioquímica da Hipertensão. São Paulo – SP

[11] Stella R. (2004). Fibras para seu intestino. Disponível em: http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/010921_nut_fibra_intertino.htm.

[12] Solomons, T. W. G. E Fryhle, C. B. (2005). Química Orgânica. (8. Ed.). Rio de Janeiro: LTC

Capítulo 21

Elaboração de sorbet de vinho com adição de diferentes espessantes

Luciana Cavalcanti de Azevedo
Ana Valéria Brito da Silva
Emanuela Monteiro Coelho

Resumo: A popularidade das sobremesas geladas deve-se ao fato de tratar-se de produto pronto para consumo, amplamente disponível, que apresenta formas, cores e sabores atrativos. O sorbet é uma iguaria gelada, composto por suco de fruta, gelo e açúcar, e não possui leite e gordura em sua composição, tornando-o uma sobremesa gelada extremamente saborosa e de baixa caloria. Sendo assim, este trabalho objetiva a elaboração de um sorbet, com adição de diferentes espessantes como: Farinha do albedo de maracujá com tratamento (FCT), Farinha do albedo de maracujá sem tratamento (FST), Carragena (CARR), Pectina de alto teor de metoxilação (ATM), Pectina de baixo teor de metoxilação (BTM), Goma Xantana (GX), Goma Tara (GT), Goma Guar (GG), Agar-ágar (AA), Gelatina (GEL), Alginato de Sódio (AS) e Carboximetilcelulose (CMC) As amostras foram analisadas segundo parâmetros físicos e físico-químicos. Apenas o sorbet S-CARR e S-FST apresentam alto teor de sólidos totais, as demais formulações não diferenciaram do controle. Em relação às cinzas, os sorbets apresentaram uma baixa concentração. Os sorbet S-GX, S-AS, S-CMC e S-ATM, tiveram sue tempo de drenagem retardados, nos primeiros 15 minutos, indicando que os espessantes utilizados conferiram melhor cremosidade ao produto. Por se tratar de um numero grande de amostras para degustação (ao todo 12) a analise sensorial procedeu em duas fases. Na primeira o sorbet de melhor preferencia foi o S-BTM, enquanto que na segunda fase os sorbets de melhor aceitação foram S-GT e S-FST. Os espessantes utilizados nas formulações S-GX, S-AS, S-CMC e S-ATM, diminuem seu ponto de fusão, iniciando seu derretimento 15 minutos após a oscilação de temperatura. Os dados sugerem que a formulação S-CARR e S- GX, foram as mais cremosas com overrun alto em relação a controle. Esses espessantes aumentam a cremosidade, e consequentemente promovem uma maior incorporação de ar ao produto. As formulações S-BTM, S-GT e S-FST, foram mais aceitas sensorialmente pelos provadores da analise sensorial. Sendo que a S-GT, obteve melhores notas em todos os parâmetros testados. Assim conclui-se que os sorbets podem ser produzidos de forma saudável, substituindo a gordura por espessantes, uma vez que foi observado que essa substituição mantém as características do produto.

1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos realizados em todos os continentes por entidades governamentais ou empresas privadas apontam tendência dos consumidores buscarem alimentos mais saudáveis e palatáveis (SALLES, 2012). Os consumidores estão conscientes da relação entre alimentação e saúde buscando melhorar sua qualidade de vida exigindo alimentos mais saudáveis, que possuam ingredientes naturais seguros e que promovam algum tipo de benefício mas que ao mesmo tempo sejam saborosos (SALES, 2008).

> "Alimentação e nutrição são fatores importantes na promoção e na manutenção da saúde. A composição e a qualidade da alimentação, além da quantidade de alimentos ingeridos,influenciam a composição corporal" (TRICHES e GIUGLIANI, 2005).

O progresso da qualidade de vida da população vem despertando o interesse na indústria alimentícia em desenvolver produtos com características físico-químicas e sensoriais diferenciadas e que causem efeitos potencialmente favoráveis aos consumidores, nutrindo, prevenindo de doenças e proporcionando saúde e bem estar (CORTE, 2008).

Alimentos para fins especiais obtidos pela redução ou ausência de açúcar ou ainda pela redução ou substituição de gorduras encontram mercado promissor, atendendo pessoas sensíveis aos apelos de marketing ou preocupadas com melhores condições de saúde ou redução de peso. O incentivo proporcionado pela demanda destes produtos tem permitido o aprimoramento da tecnologia e o desenvolvimento de melhores ingredientes e métodos de produção (NABESHIMA et al, 2001).

Os consumidores estão mais conscientes da importância da alimentação para a saúde, e com isso alterando hábitos alimentares, mas de modo que não traga sacrifício da satisfação psicológica. O aumento da popularidade de alimentos com teor de gordura reduzido provocou maior demanda de produtos no segmento da indústria de sorvetes. Para atender a expectativa de consumidores que procuram nos produtos com baixa caloria a mesma qualidade dos produtos convencionais, como sabor e textura adequados, ausência de colesterol e baixo teor de gorduras, instituições públicas e privadas têm dedicado crescentes esforços para atingir estes requisitos (CORREIA, 2007).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O MERCADO DE GELADOS COMESTÍVEIS

Mas atentos aos produtos que adquirem, os consumidores se interessam em alimentos saudáveis que supram suas necessidades nutricionais e estão mais conscientes de que uma alimentação saudável pode trazem melhorias à sua saúde e consequentemente estender sua expectativa de vida (SALLES, 2012). Outro aspecto importante é o crescente interesse pelas características nutricionais dos alimentos e a redução da ingestão de gorduras. Este comportamento é observado em vários setores do mercado de alimentos. (MARROQUÍN, 2014)

Nesse contexto, são lançados diariamente no mercado de alimentos industrializados produtos com apelo dietético e funcional que atendam à demanda desses consumidores modernos. Produtos como sorvete e sobremesas geladas, por exemplo, são responsáveis por um grande incremento do mercado, e a expansão desse setor atingiu um aumento de 86,1% nos últimos dez anos (ABIS, 2014).

No período de 2003 a 2013, o consumo de sorvetes no Brasil passou dos 685 milhões de litros para 1,244 bilhão de litros. O crescimento no consumo per capita no país passou de 3,85 litros para 6,13 litros por ano, um crescimento de 61,6%. A expansão do setor vem superando até mesmo os desafios comuns ao mercado, como a logística complicada. Além do aumento do consumo, outra mudança que impulsiona o mercado de gelados no Brasil é o crescimento de aceitação de produtos com mais qualidade e, em consequência, também com o maior preço de venda. Segundo o presidente da Abis, Eduardo Weisberg, o incremento do poder aquisitivo das classes C e D nos últimos anos, além da própria maturação do mercado, passaram a possibilitar a exploração de diferentes nichos e faixas de valor (ABIS,2014)

2.2 SORVETES E SORBETS

O sorvete é um sistema coloidal complexo composto por uma emulsão constituída de gotículas de gordura, de proteínas, de bolhas de ar e de cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa, representada por uma solução concentrada de sacarose (SANTOS, 2009).

As fórmulas convencionais de sorvete contêm uma alta concentração de sacarose e gorduras, os quais estão relacionados com a textura, consistência e sabor do produto. No entanto, a crescente preocupação com a relação entre saúde e alimentação, manutenção do peso saudável e estética corporal, têm contribuído para a conscientização dos consumidores com relação à qualidade da alimentação. Consequentemente, os fabricantes de alimentos estão oferecendo produtos alternativos com características especiais, tais como as variedades “diet” e “light” (CASTRO, 2002).

Com o crescimento do mercado de gelados comestíveis, por exemplo, o desenvolvimento de novas formulações torna-se uma atividade cada vez mais desafiadora, sendo necessário rever e adaptar a qualidade dos alimentos à medida que se procura atender à demanda dos consumidores por produtos que, concomitantemente, sejam saudáveis e atrativos (RODRÍGUEZ et. al.,2003).

O sucesso do alimento no mercado depende de seu desempenho junto ao consumidor, por isso, a determinação da aceitação e/ou preferência do produto se torna indispensável no processo de desenvolvimento de novos produtos, bem como no melhoramento de processos e na substituição de ingredientes (RODRÍGUEZ et. al.,2003).

No grupo de “gelados comestíveis”, um novo produto começa a despontar o interesse do consumidor, devido à sua baixa quantidade de caloria associada: o sorbet. O sorbet é uma iguaria gelada, requintada e saborosa. Por ser composto basicamente por suco concentrado de fruta, gelo e açúcar, e não ter leite e gordura, o torna uma sobremesa altamente refrescante e leve, sendo uma excelente opção para quem quer uma sobremesa gelada extremamente saborosa e de baixa caloria. Diferentemente do sorvete, seu parente próximo destinado para a sobremesa, os sorbets não possuem creme de leite na sua composição, nem leite ou ovos e são indicados para compor a refeição (OLIVEIRA, 2008).

A grande vantagem do sorbet é que ele atende às necessidades de indivíduos que apresentam intolerância à lactose ou alergia alimentar ao leite de vaca. A intolerância à lactose ocorre devido à deficiência da enzima lactase no intestino delgado, a qual é responsável pelo processo digestivo da lactose (PIMENTEL et.al., 2003).

2.3 O USO DE ESPESSANTES EM GELADOS COMESTÍVEIS.

No processo de elaboração da mistura para sorvete é de fundamental importância a utilização de estabilizantes (Goff, 2003).

Um dos principais requisitos de qualidade em gelados comestíveis está relacionado com a cristalização do gelo. Durante as oscilações de temperatura, os cristais de gelo descongelam e recristalizam conferindo um aspecto arenoso ao produto, afetando sua característica física e sensorial. Uma medida utilizada a fim de evitar uma grande cristalização do gelo nos gelados é a adição de espessantes durante o preparo da mistura. Esse tipo de aditivo alimentar é utilizado em pequenas proporções (0,5%). Quantidade excessiva de espessantes resulta em produto difícil de trabalhar, pois o torna gosmento e demasiadamente elástico, características não atribuídas aos gelados. Porem se utilizada em baixas quantidades, haverá uma maior formação dos cristais de gelo reduzindo sua suavidade, viscosidade e consequentemente seu ponto de fusão.

A utilização de espessantes em gelados comestíveis oferece algumas vantagens ao produto como aumento da viscosidade, a incorporação e distribuição das células de ar, estabiliza a mistura durante o congelamento tornando mais demorando o crescimento dos cristais de gelo, melhora as propriedades de fusão e derretimento(COSTA,2006).

2.4 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE ALGUNS ESPESSANTES.

Os espessantes são geralmente carboidratos grandes. Eles formam uma estrutura capaz de manter juntas substâncias menores nos alimentos, formando um produto mais estável. A função dos espessantes nos gelados é inibir a formação de cristais de gelo, produzir suavidade e textura ao produto, dar uniformidade e resistência ao derretimento, destacando-se a capacidade de retenção da água livre presente no alimento, evitando o crescimento dos cristais de gelo. Eles mantêm as propriedades físicas dos alimentos, mantendo a homogeneidade dos produtos e impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula.

Esses agentes podem ser divididos em dois grupos principais: os protéicos e os polissacarídeos. Os polissacarídeos incluem as gomas e as mucilagens, que são polímeros de alto peso molecular, constituídos por unidades monossacarídicas ligadas entre si por ligações glicosídicas (COSTA, 2006).

Os polissacarídeos estabilizam a espuma formada durante o processo de aeração, prevenindo a separação das fases, auxiliando na suspensão das partículas e evitando o encolhimento do produto durante estoque (FENNEMA, 1993).

Os alginatos produzem uma textura porosa e um bom comportamento a fusão, sem que o sorvete fique pegajoso. Por outro lado, a Carboximetilcelulose é um espessante termoestável e por isso gera ao sorvete uma maior resistência às trocas bruscas de temperaturas (LINGUANOTTO, 2010).

A goma xantana, também apresenta excelente estabilidade em valores do pH extremos (na faixa de 2 a 11) e a altas temperaturas (de 100 a 120º C), além de poder ser dissolvida em meio quente ou frio. É facilmente solúvel em água, produzindo alta viscosidade (LINGUANOTTO, 2010).

A gelatina é frequentemente usada como um agente espessante. Suas moléculas grandes são filiformes e são hidrofílicas. As moléculas de gelatina, devido à sua estrutura, dão firmeza às substâncias. Os tipos de gelatina preferidos são os de porcos e de bezerro (LINGUANOTTO, 2010).

A mais específica propriedade da carragena como um hidrocolóide é seu alto grau de reatividade com certas proteínas e sua reatividade com proteína de leite em particular, que é a base para um grande número de aplicações de carragena em alimentos (LINGUANOTTO, 2010).

A propriedade mais conhecida das pectinas é a capacidade de formação de gel na presença de íons, açúcares e ácidos. A geleificação ocorre devido à desidratação parcial da molécula de pectina a um grau intermediário entre a solução e a precipitação. O mecanismo de geleificação da pectina depende do grau de metoxilação. Pectinas ATM formam gel em pH próximo a 3,6 e na presença de açúcares em concentração maior que 65 % (MAY, 1990).

Sendo assim este presente trabalho objetiva a elaboração de uma sobremesa gelada sem adição de leite e gordura (sorbet), com adição de diferentes espessantes com o intuito de agregar qualidade ao produto.

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 INGREDIENTES E FORMULAÇÕES.

Os sorbets foram elaborados no Laboratório Experimental de alimentos – LEA, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia-IF, do sertão Pernambucano, localizado na cidade de Petrolina-PE.

Foram utilizados como matéria-prima para produção dos sorbets o vinho tinto, água, xarope de glicose, sacarose, espessante e o ácido cítrico como mostra o quadro 1.

QUADRO 1: Quantidade de ingredientes utilizados na formulação dos sorbets.

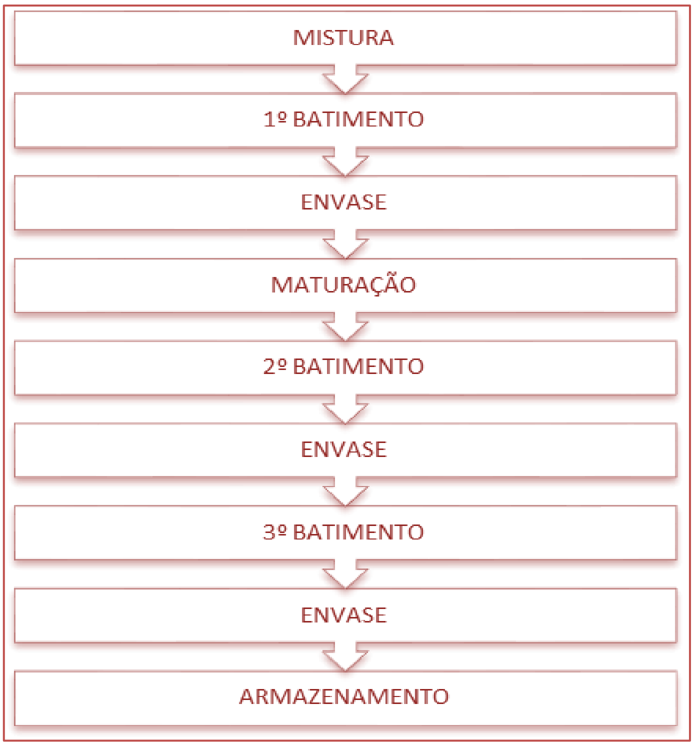
Ingredientes	Quantidade usada (%)
Água	12
Sacarose	4
Vinho Tinto	72
Xarope de glicose	12
Espessante	0,5
Ácido cítrico	0,1

A concentração de espessantes a ser utilizado foi determinada em testes prévios. Os espessantes utilizados em todo o experimento foram: Farinha do albedo de maracujá com tratamento (FCT), Farinha do albedo de maracujá sem tratamento (FST), Carragena (CARR), Pectina de alto teor de metoxilação (ATM), Pectina de baixo teor de metoxilação (BTM), Goma Xantana (GX), Goma Tara (GT), Goma Guar (GG), Agar-ágar (AA), Gelatina (GEL), Alginato de Sódio (AS) e Carboximetilcelulose (CMC) sendo os sorbets codificados respectivamente pelas siglas: S-FCT, S-FST, S-CARR, S-ATM, S-BTM, S-GX, S-GT, S-GG, S-AA, S-GEL, S-AS E S-CMC.

3.2 FLUXOGRAMA DE OBTENÇÃO DO SORBET.

O fluxograma (figura 1) apresenta todas as etapas de processamento para obtenção do sorbet. Todos os ingredientes com exceção do vinho tinto e do ácido cítrico foram homogeneizados a fim de se obter a calda base do sorbet. A adição dos espessantes foi feita durante a elaboração da calda. Após a maturação adicionou-se o vinho tinto e o ácido cítrico.

FIGURA 1: Fluxograma de obtenção do sorbet.



A mistura dos ingredientes com exceção do vinho e do ácido cítrico foi realizada com o auxilio de batedeira domestica. Nessa etapa é realizada a obtenção da calda base para o sorbet. Em seguida a calda foi armazenada em freezer por 24 horas para sua maturação. Passando-se o tempo de maturação, a calda foi batida novamente adicionando-se o vinho e o ácido cítrico (2º batimento) e novamente foi armazenada no freezer por mais 24 horas.

O terceiro batimento é realizado para que haja uma maior incorporação de ar no sorbet. Logo após os sorbets foram envasados e acondicionados em freezer até o momento das análises.

3.3 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS.

As analise das amostras foram feitas no laboratório de analises e pesquisas, também situado no IF da cidade de Petrolina-PE. Todas as análises foram feitas em triplicata.

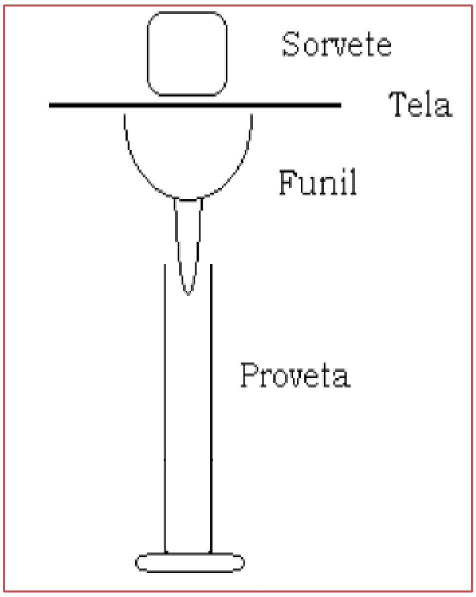
Após o preparo, os sorbets foram analisados segundo sua densidade aparente e overrun. A análise densidade aparente é a medida de ar incorporado ao sorbet após o batimento e é expressa em gramas/litro. Já a análise de overrun é utilizada para medir ovaumento do volume do gelado após o congelamento. A incorporação de ar pode ser determinada de acordo com a equação (SEGALL, 2002):

$$Overrun = \frac{Volume\ do\ Gelado\ Final - Volume\ do\ Gelado\ Inicial \times 100}{volume\ gelado\ inicial}$$

As amostras foram analisadas segundo seu potencial hidrogeniônico (pH), utilizando aparelho eletrônico Bentchop Printer, em temperatura ambiente de 30°C. O aparelho foi devidamente padronizado com soluções de concentração 4,0 e 7,0, elaboradas no dia 19 de dezembro de 2014, e em seguida foram feitas as leituras.

As propriedades de fusão foram avaliadas de acordo com o método descrito no trabalho de Correia (2008). No teste de derretimento foram colocadas 40 g de sorbet em peneiras de material metálico, com funil e proveta graduada acoplada, como mostra a figura 2. A temperatura ambiente foi mantida a 25 ± 5°C em ambiente com umidade relativa (UR) de 47% e o volume drenado foi aferido em intervalos de 5 minutos. Foram construídos gráficos do tempo versus volume de sorbet drenado. A velocidade de drenagem (inclinação) e o tempo inicial de drenagem (intersecção com o eixo dos x) foram obtidos utilizando-se regressão linear. Paralelamente, foi realizado o registro fotográfico das amostras a cada 10 minutos.

FIGURA 2: Aparato utilizado para o teste de derretimento.



As analise de sólidos totais e cinzas foram realizadas segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – IAL.

Para a realização da analise de sólidos totais as amostras foram utilizados Balança analítica, estufa a vácuo, espátula de metal, dessecador com sílica gel, cápsula de porcelana (cadinhos). As amostras foram secadas 6 horas a (50 ± 2)°C,

sob pressão reduzida ≤ 500 mm Hg. Após o tempo os cadinhos foram depositados em dessecador e pesados. As determinações feitas em triplicata concordaram dentro de 5%.

As cinzas foram determinadas após a análise de sólidos totais. As amostras foram carbonizadas em bico de bunsen e incineradas em mufla a 550°C. Após foram depositadas em dessecador para resfriamento e em seguida pesadas.

3.4 ANÁLISE SENSORIAL

Por se tratar de um numero grande de amostras para degustação (ao todo 12) a analise sensorial procedeu em duas fases, pois o numero máximo de amostras para ter-se um resultado confiável e não cansar o provador é de 6 amostras. A primeira fase foi realizada com os sorbets S-ATM; S-BTM; S-GX; S-GG; S-AA; S-AS. Na segunda fase foram avaliados os sorbets formulações S-GT; S-GEL; S-CAR; S-FCT; S-FST; S-CMC; S-FST.

A análise sensorial foi realizada com 30 provadores não treinados, com idades entre 19 e 25 anos. As amostras foram servidas em copos descartáveis plásticos de 50 ml, codificados com números de três

dígitos aleatórios. Utilizou-se escala hedônica de 7 pontos (1=Desgostei muitíssimo e 7=Gostei muitíssimo) para avaliar as propriedades sensoriais dos sorbets (aparência, cor, sabor, doçura, cremosidade e avaliação global).

Também foi realizado o teste de preferência, onde os provadores colocaram em ordem decrescente de preferencia o melhor sorbet.

3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Todos os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através do programa Assitat 7.7 Beta.

Os dados das analises físicas e físico-químicas foram submetidos à análise da ANOVA, teste de comparação de médias de Dunnet ao nível de 5% de significância. Os resultados obtidos da análise sensorial foram submetidos à análise da ANOVA, teste de Tukey

ao nível de 5% de significância. Os resultados da análise de preferencia foram submetidos ao teste de Friedman, utilizando um nível de 42% de significância segundo a tabela de Newell e Mac Farlene.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

4.1 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS.

O sorbet elaborado com a adição da gelatina (S-GEL) observou-se a formação de espuma (figura 4), e consequentemente uma maior incorporação de ar. Também houve formação de cristais de tamanho grande. O mesmo comportamento foi observado nas amostras S-CARR e S-FCT. Já os sorbets elaborados com os demais espessantes apresentaram pouca ou nenhuma formação de espuma, e pequenos cristais de gelo.

Tabela 1: Valores de pH, Sólidos Totais, cinzas, Densidade aparente e overrun encontrados nas amostras de sorbet.

	pH	Sólidos totais (%)	Cinzas (%)	Densidade Aparente (g/L)	Overrun (%)
Controle	3,70 a	16,06 a	0,12 a	888,33 a	29,72 a
S-FCT	3,60 a	14,90 a	0,02 b	896,27 b	28,74 b
S-FST	3,60 a	18,03 b	0,01 b	896,27 b	26,47 b
S-CARR	3,40 a	20,56 b	0,05 b	792,00 b	37,36 b
S-ATM	3,30 a	16,43 a	0,03 b	909,26 b	20,58 b
S-BTM	3,60 a	15,00 a	0,02 b	944,87 b	19,18 b
S-GX	3,62 a	16,46 a	0,03 b	801,60 b	32,27 b
S-GT	3,41 a	15,80 a	0,03 b	887,55 b	22,28 b
S-GG	3,50 a	16,46 a	0,01 b	818,29 b	27,71 b
S-AA	3,42 a	17,20 a	0,03 b	938,22 b	23,62 b
S-GEL	3,61 a	15,83 a	0,05 b	854,58 b	25,65 b
S-AS	4,22 a	15,23 a	0,10 a	888,09 b	18,64 b
S-CMC	4,40 a	16,33 a	0,05 b	885,71 b	22,80 b

*As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre a amostra controle ao nível de 5% de significância segundo o teste de Dunnet.

**As médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna, indica diferença significativa de $p \leq 5\%$.

A adição dos espessantes não alteraram o pH do sorbet, sendo estatisticamente semelhantes entre si e entre a amostra controle. Segundo Vianna (2010) o pH do vinho afeta o aspecto visual, o aroma e o paladar, portanto seu pH não deve variar durante o processamento. Em sua publicação ele também citou que o pH ideal dos vinhos tintos é de 3,7. Sendo assim a adição dos espessantes e o processamento empregado na produção do sorbet não alterou a

qualidade do vinho empregado, o que é um ponto positivo já que se alterado o sorbet pode perder as propriedades organolépticas que o vinho oferece.

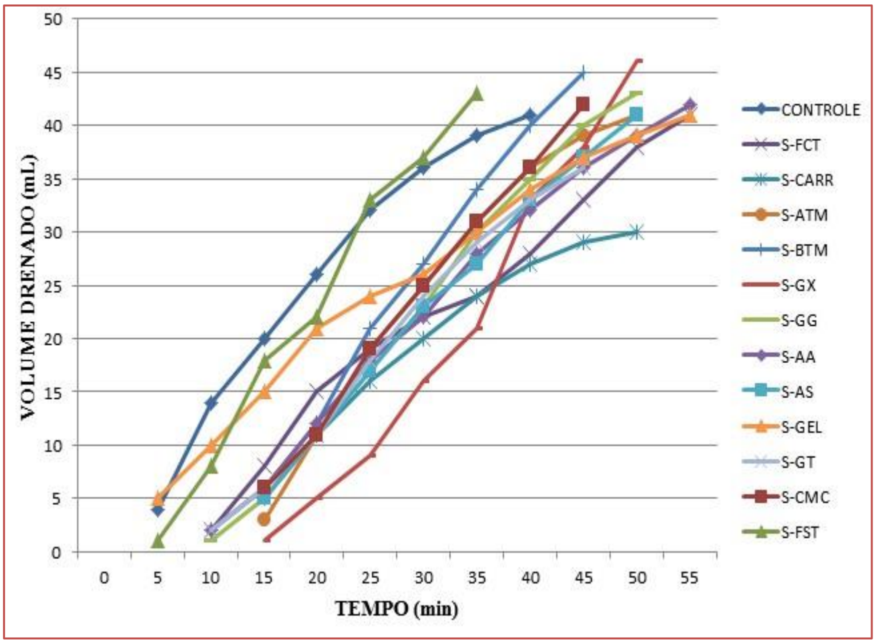
A concentração de sólidos totais nas formulações da maioria dos sorbets não apresenta diferença significativa da amostra controle, indicando que a dição desses espessantes não alteram o teor de sólidos do produto. Apenas as amostras S-CARR e S-FST apresentam alta quantidade de sólidos totais presentes no produto final.

Em relação às cinzas, os sorbets apresentaram uma baixa quantidade. Todos os sorbets, com exceção do S-AS, diferem da amostra controle apresentando valores menores quando comparados. Alguns espessantes utilizam do açúcar do meio para a formação do gel, como é o caso da pectina, esta necessidade pode ter influenciado no teor de cinzas final. Condoeira (2011) disse que a presença de grande quantidade de cinzas em produtos como açúcar, amido, gelatina, etc. não é desejável, já que em um fluxo continuo de produção em larga escala a alta concentração de minerais no caldo, causam interferência durante o processo.

No que se diz respeito à qualidade final, a incorporação de ar é de importante ao qual confere leveza, cremosidade e tem influência nas propriedades físicas de derretimento. A aeração, de um modo geral, depende da composição da calda envolvendo o conteúdo de sólidos totais. Quanto maior o conteúdo de sólidos e menor a quantidade de gordura, maior será a incorporação de ar ao gelado (OLIVEIRA, 2012). Todas as amostras estão dentro dos paramentros estabelecidos pela legislação (ANVISA). A formulação S-CARR apresentou maior incorporação de ar (overrun) porem uma menor densidade. O mesmo comportamento é observado na formulação S-GX com baixa densidade (801,60) e alta incorporação de ar (32,27 %), havendo uma inversão no comportamento da formulação S-BTM onde a densidade é alta (944,87) e o overrun baixo (19,18%). Sendo assim observa-se que a densidade do sorbet é inversamente proporcional ao seu overrun.

O comportamento durante o derretimento foi analisado através do acompanhamento do gráfico do tempo versus volume de sorbet drenado (Figura 3), registro visual das amostras (Figura 4), além dos parâmetros tempo inicial e velocidade de derretimento.

FIGURA 3: Comportamento de derretimento dos sorbets.



Observa-se que o sorbet S-GX, S-AS, S-CMC e S-ATM, tiveram sue tempo de drenagem iniciado nos primeiros 15 minutos, sendo que o volume drenado dos sorbets S-GX e S-ATM foi menor em relação aos demais. Eles também apresentaram característica brilhosa e cremosa durante o derretimento (figura 4). O sorbet S-CMC, S-BTM, S-GT, S-GG, S- CARR e S-GEL obtiveram um comportamento linear de derretimento. Enquanto que as amostras S-AA, S-FCT e S-GT iniciaram o derretimento com 10 minutos.

Os sorbets S-FST e S-GEL não apresentaram inicio de derretimento retardado em comparação ao controle, o que indica que esses espessantes não conferiram melhor cremosidade e viscosidade ao produto. O sorbet S-FST também apresentou uma aparência no derretimento semelhante ao S-CONTROLE (figura 4).

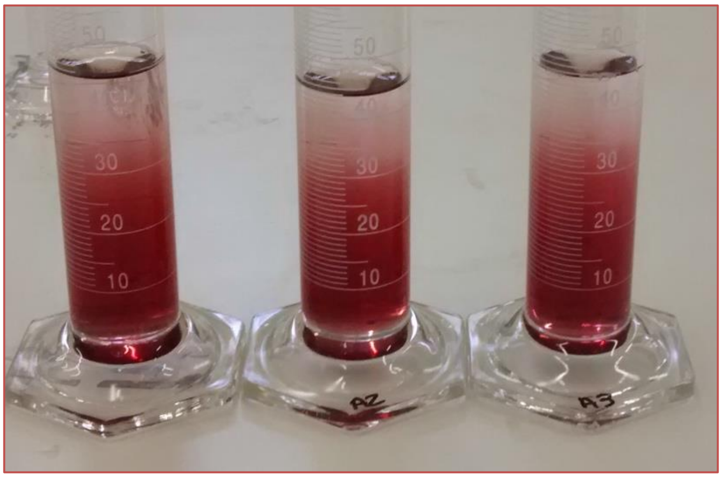
FIGURA 4: Comportamento das amostras durante teste de derretimento. Da esquerda para direita: S- CONTROLE, S-GT, S-GX, S-GEL S-AA, S-FCT, S-CMC, S-AS, S-ATM, S-BTM, S-FST e S-GG..



O sorbet S-CONTROLE, por não possuir espessantes em sua composição, não obteve uma homogeneidade dos ingredientes, sendo que o suco, contendo o vinho e os açucares, foram os primeiros a serem drenados sobrando apenas uma pedra de gelo no final (figura 4) dando ênfase que o uso de espessante em sobremesas geladas é indispensável, pois eles mantêm as propriedades físicas dos alimentos, mantendo a homogeneidade dos produtos e impedindo a separação dos diferentes ingredientes que compõem sua fórmula (Goff, 2003). O mesmo comportamento é observado no sumo drenado no teste (figura5). O liquido drenado na proveta após a análise apresenta dividido em duas fases, uma avermelhada provando ser o vinho com os açucares e outra transparente que foi a agua oriunda da pedra de gelo do final.

Alguns sorbets como os S-AA, S-ATM, S-FST e S-GG apresentaram grandes cristais de gelo conferindo um aspecto arenoso ao sorbet. Os espessantes utilizados para elaboração desses sorbets não atribuíram cremosidade ao produto diminuindo seus cristais de gelo. O S- FCT apresentou-se quebradiço perdendo sua forma durante o derretimento.

FIGURA 5: Registro fotográfico do fluido drenado do sorbet S-CONTROLE durante teste de derretimento



4.2 ANÁLISE SENSORIAL

Os sorbets S-CARR, S-GG, S-FST e S-FCT conferiram aos sorbets sabor característico do espessante utilizado, obtendo notas baixas para o quesito de sabor como é o caso do S-FST E S-FCT como mostra a tabela 3.

TABELA 2: 1° fase da analise sensorial realizada com as formulações S-ATM; S-BTM; S-GX; S-GG; S-AA; S-AS.

Amostra	Aparência	Cor	Sabor	Doçura	Cremosidade	Avaliação Global	Preferencia
S-ATM	4,3 ab	5,0a	4,9 a	5,1 ab	3,8 ab	4,7 ab	95 a
S-BTM	4,7ª	4,8ab	5,1 a	5,3 a	4,2 ab	5,0 a	75 b
S-GX	4,0ab	3,9b	4,3 ab	4,4 ab	4,9 a	4,8 ab	100 a
S-GG	4,3ab	4,3ab	4,1 ab	4,2 b	4,4 a	4,7 ab	119 a
S-AA	3,5b	4,1ab	3,8 b	4,6 ab	3,0 b	3,9 b	137 a
S-AS	4,1ab	4,8ab	4,4 ab	4,5 ab	4,5 a	4,7 ab	99 a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre a amostra controle ao nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey.

** Para o teste de preferencia em ordem decrescente de preferencia sendo que o melhor nota é 1.

Na primeira fase da análise sensorial o sorbet S-BTM obteve uma maior aceitação no quesito aparência, doçura e avaliação global em relação aos demais, e por consequência foi a mais preferida pelos provadores. O S-AA obteve uma menor aceitação quanto a aparência, sabor e cremosidade. O S-GG, S-GX E S-AS obtiveram a mesma nota em relação a cremosidade.

TABELA 3: 2° fase da analise sensorial realizada com as formulações S-GT; S-GEL; S-CAR; S-FCT; S-FST; S-CMC; S-FST.

Amostra	Aparência	Cor	Sabor	Doçura	Cremosidade	Avaliação Global	Preferencia
S-GT	4,8 a	4,8 a	4,7 a	4,5 a	4,3 a	5,2 a	80 b
S-GEL	4,2 a	4,6 ab	4,0 ab	4,1 a	3,8 ab	4,4 ab	104 a
S-CARR	3,8 a	4,0 ab	3,2 b	3,5 a	3,5 ab	3,5 c	141 a
S-FCT	3,8 a	3,6 b	3,2 b	3,6 a	3,1 b	3,9 bc	108 a
S-CMC	4,3 a	4,1 ab	4,3 ab	4,4 a	4,3 a	4,9 ab	120 a
S-FST	3,8 a	4,0 ab	3,9 ab	3,8 a	3,3 b	4,1 abc	74 b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre a amostra controle ao nível de 5% de significância segundo o teste de Tukey.

** Para o teste de preferencia em ordem decrescente de preferencia sendo que o melhor nota é 1.

Como as amostras foram dispostas em ordem decrescente de preferencia é normal que a amostra mais preferida apresente soma de números menor. Sendo assim a amostra S-FST e S-GT apresentaram maior preferencia pelos provadores na segunda fase de degustação. As demais amostras não diferiram estatisticamente entre si em uma significância de 42% segundo a tabela de Newell e Mac Farlene (Tabela 3).

Segundo a tabela3 as amostras não diferenciaram entre si na aparência e doçura. A amostra S-GT obteve melhor nota em todos os quesitos abordados, não diferenciando do S- CMC quanto à cremosidade.

5 CONCLUSÃO

Neste uso dos espessantes como aditivo de qualidade em sorbets, observou-se que a sua incorporação é viável, gerando cremosidade aos produtos, tornando-os mais aceitáveis pelo consumidor, sem ser necessária a adição do leite e/ou gordura para melhor aeração do produto.

Os espessantes utilizados nas formulações S-GX, S-AS, S-CMC e S-ATM, diminuem seu ponto de fusão, iniciando seu derretimento 15 minutos após a oscilação de temperatura. Os dados sugerem que a formulação S-CARR e S-GX, foram as mais cremosas com overrun de 37 e 32% respectivamente. Esses espessantes aumentam a cremosidade do sorbet sem torna-los viscosos, e consequentemente promovem uma maior incorporação de ar ao produto.

As formulações S-BTM, S-GT e S-FST, foram mais aceitas sensorialmente pelos provadores da analise sensorial. Sendo que a S-GT, obteve melhores notas em todos os parâmetros testados.

Sendo assim conclui-se que os sorbets são um alimento saudável, de características organolépticas agradáveis, para os consumidores que buscam um alimento, livre de gorduras e que ao mesmo tempo palatável.

REFERENCIAS

[1] ABIS. Em expansão, mercado de sorvete enfrenta desafios. Produtos premium e adequação ao inverno alavancam alta do doce, jornal do Comércio, 19/12/2014

[2] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p.183.

[3] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. p. 27-28.

[4] TRICHES, R.M.; GIUGLIANI, E.R.J. Obesidade, práticas alimentares e conhecimentos de nutrição em escolares. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 541-547, 2005.

[5] CASTRO, A.J.P.; FRANCO, L.J. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 280-287, 2002.

[6] SANTOS, Grazielle G. SORVETE. Processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde 2009, XIII.

[7] PIMENTEL, M. M. D.; KONG, Y.; PARK, S. B. A. Breath test to evaluate lactose intolerance in irritable bowel syndrome correlates with lactulose testing and may not reflect true lactose malabsorption. The American Journal of Gastroenterology, v. 98, n. 12, p. 2700-2704, 2003.

[8] OLIVERIA, Renata Rodrigues de. Efeito da adição de diferentes concentrações de açúcar e mel em parâmetros físicos, químicos e sensoriais de frozen yogurt com baixo teor de gordura. Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos, Campo Mourão (PR), v.3, n.2, p.104-112, Jul./Dez., 2012.

[9] LINGUANOTTO, Sthefano. et al. Trabalho de química e biologia - corantes e espessantes. Disponivel em < http://corantes2b.blogspot.com.br/>. Acesso em; 26 jan.2015

[10] CORTE, F. F. D. Desenvolvimento de frozen yogurt com propriedades funcionais: Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008.

[11] CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. V. F.;

[12] CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. Revista de Ciências Agrônomas, v. 39, n. 02, p. 251-256, 2008.

[13] NABESHIMA, E. H., OLIVEIRA, E. S., HASHIMOTO, J. M.; JACKIX, M. N. H.

[14] Propriedades físicas do sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e sacarose. B. CEPPA, v. 19, n. 2, p. 109-119, 2001.

[15] MAY, C.D. Industrial Pectins: Sources, Production and Applications. Carbohydrate Polymers, v. 12, p. 79-99, 1990.

[16] CORREIA, Roberta Targino Pinto. Sorvete: aspectos tecnológicos e estruturais. IN: Higiene Alimentar, v.21, p.19-23, jan.-fev. 2007.

[17] GOFF, H.D. Ice cream. In: Advanced dairy chemistry. 3.ed. 2003. Cap. 24, v. 1, p.1063- 1085.

[18] COSTA, Fabiano Freire. Efeitos de aditivos na cristalização de sorvetes. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, 2006. P. 58.

[19] FENNEMA, O.R. Química de los alimentos. 2.ed. Tradução de Pedro Roncales Rabinal; et al. Food Chemistry, Zaragoza: Acribia, 1993. Tradução de:.

[20] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria n.27 de 13 de janeiro de 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/27_98.htm>. Acesso em: 13 fev. 2015.

[21] BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC n° 266, de

[22] 22 de setembro de 2005 Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos>. Acesso em: 13 fev. 2015.

[23] CONDOEIRA, Silva Benedito. Determinação do teor em cinzas totais: métodos de controle de qualidade de alimentos. Universidade Eduardo Mondlane. Maputo. Abril de 2011.

[24] SALLES, Márcia Saladini vieira et. al. Estudos de tendência para alimentação ate 2020. Pesquisa e Tecnologia, vol. 9, n. 1, Jan-Jun 2012.

[25] MARROQUIN, Juan Carlos. 2014. Disponivel em: < http://www1.folha.uol.com.br/topofmind/2014/10/1528719-novo-consumidor-mais- informado-mais-exigente-mais-consciente.shtml> Acesso em: 16 Jan. 2015.

[26] SEGALL, K.I; GOFF, H.D. A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. International Dairy Journal, v.12, p.1013-1018, 2002.

[27] SALES, R.L et al. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibra. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, p.27-31, 2008.

[28] RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos Funcionales y Nutrición Óptima. Revista Española de Salud Pública, v. 77, n. 3, p. 317-331, 2003.

[29] OLIVEIRA, K. H.; SOUZA, J. A. R.; MONTEIRO, A. R.. Caracterização reológica de sorvetes. Ciência e Tecnologia de Alimentos. V.28. N.3. A. 2008.

Capítulo 22

Elaboração de massa para pizza a partir da farinha de arroz (Oryza Sativa l.) Flocada

Lorrany Mariano Gomes Silva
Thâmara de Paula Reis Sousa Pires
Eliana da Silva Pereira
Marcos Serra Luz

Resumo: O presente estudo objetivou elaborar uma massa base para pizza a partir de farinha de arroz flocada. Primeiramente foram preparadas duas formulações de massas para pizzas, uma padrão com farinha de trigo e uma formulada a partir da farinha de arroz flocada industrializada, em seguida foram realizadas análise sensorial com a finalidade de realizar os testes de aceitação por meio de critérios hedônicos em escala de nove pontos e os teste de aceitabilidade e intenção de compra da massa de pizza elaborada a partir de farinha de arroz flocada. As duas amostras alcançaram médias de aceitação sensorial em todos os testes realizados com Índice de Aceitabilidade (IA) superiores a 50%, sendo que a massa formulada com farinha de arroz flocada teve médias maiores que a massa padrão, apresentando potencial para a comercialização. Desta forma constatou-se que é possível desenvolver uma massa com farinha de arroz.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) os alimentos destinados aos celíacos são denominados alimentos para fins especiais, pois são alimentos modificados onde o ingrediente fonte de glúten é substituído por outro que não contenha esta proteína, para que possa atender às necessidades desta população específica (Brasil, 1998).

O arroz (Oryza sativa L.) é um dos cereais mais indicados para a preparação de produtos sem glúten, pois possui sabor suave, baixo nível de sódio e carboidratos de simples digestão, além das propriedades hipoalérgicas (Kadan et al., 2008).

O glúten está presente no trigo, centeio, cevada e aveia. Estes três últimos se consomem pouco, mas a farinha de trigo é importante, sobre tudo porque possui grande variedade de alimentos que a contém e que são de consumo frequente, como pães, bolos, biscoitos, pizzas, doces com farinhas, macarrões, massas de tortas, etc. Ademais, existem formas "mascaradas" de inclusão de glúten na dieta por meio dos produtos industrializados: espessantes, veículos para tempero, mistura para homogeneização de certos produtos, sopas espessadas com farinha, catchup, chocolates, conservas, o malte, contido nas bebidas achocolatadas, cervejas e o extrato de malte, presente em alguns cereais em flocos (Miranda et al., 1998).

A massa da pizza constitui uma fração significativa do produto, e a aparência, sabor e textura são elementos importantes para sua identificação e aceitação pelo consumidor. No entanto, o surgimento da popularidade de pizza, em relação a outros produtos de forno, é relativamente recente e a qualidade de sua massa continua sendo uma área pouco pesquisada (Larsen et al., 1993).

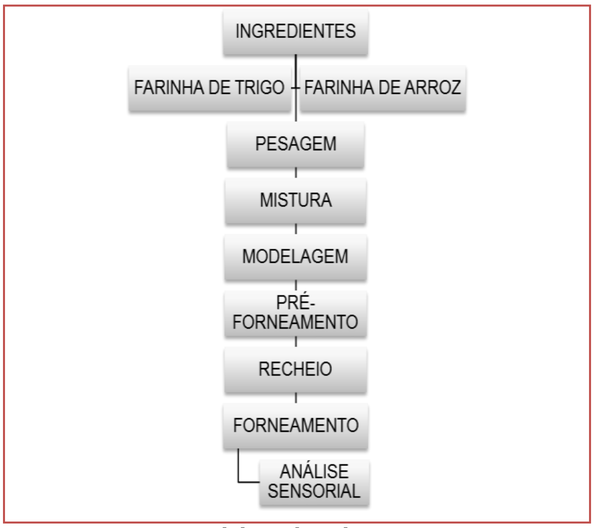
Diante do exposto, o presente estudo visa elaborar uma massa base para pizza com substituição total da farinha de trigo pela farinha de arroz flocada contribuindo assim para o desenvolvimento tecnológico de produtos alimentícios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ELABORAÇÃO DAS MASSAS DE PIZZA

As formulações básicas das pizzas foram desenvolvidas no Laboratório de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, Campus Zé Doca utilizando formulações obtidas em livros de receitas e adaptadas, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de elaboração das massas de pizzas.



Fonte: Elaborada pelos autores

Foram realizados testes preliminares com diferentes formulações até se alcançar a formulação mais adequada para a elaboração da pizza. Foi elaborada uma formulação com farinha de trigo e uma formulação com substituição total da farinha de trigo pela farinha de arroz flocada.

Para a elaboração da massa com farinha de trigo (Formulação 745) dissolveu-se o fermento biológico com o açúcar, depois colocou-se o leite já morno, o sal, o ovo e misturou-se bem, em seguida acrescentou-se a farinha mexendo bem com uma colher, depois sovou até obter uma massa bem homogênea e lisa, deixou-se a massa descansar por aproximadamente 30 (trinta) minutos. Em uma forma untada apenas com óleo de canola colocou-se a massa e levou para o forno pré-aquecido em temperatura média de 180°C durante 12(doze) minutos. Retirou-se a massa do forno e acrescentou-se o recheio, em seguida levou-se ao forno por mais 10 (dez) minutos.

Na elaboração da massa formulada com farinha de arroz flocada (Formulação 429) juntou o leite e a farinha de arroz flocada em uma panela e levou-se ao fogo mexendo por 03 (três) minutos, em seguida colocou-se a mistura ainda quente em uma bacia e acrescentou-se o fermento biológico, o ovo, o óleo de canola e o polvilho doce. Sovou-se a massa, em seguida deixou a massa descansar por aproximadamente 30 (trinta) minutos. Em uma forma untada apenas com óleo de canola colocou-se a massa e levou para o forno pré-aquecido em temperatura média de 180°C durante 12 (doze) minutos. Retirou-se a massa do forno e acrescentou-se o recheio, em seguida levou-se ao forno por mais 10 (dez) minutos.

2.2 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial das formulações foi realizada por equipe não treinada, composta por alunos, funcionários e visitantes do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, Campus Zé Doca. Participaram do estudo 50 avaliadores, com idade entre 18 e 45 anos, de ambos os sexos. Todos os provadores foram instruídos sobre a forma correta de aplicação do teste e a importância do enxágue bucal entre a degustação de cada amostra.

Para o teste de aceitabilidade realizou-se a avaliação para os atributos textura, sabor, aroma e aceitação global, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos, com extremidades de 1 que equivale a desgostei extremamente à 9 gostei extremamente. Para calcular o índice de aceitabilidade (IA), foi empregada a Equação 1 para cada um dos atributos avaliados, sendo então considerada aceita se a formulação da massa de pizza apresentar índice de aceitabilidade igual ou superior a 70%.

$$IA(\%) = A \times 100/B(1)$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima dada ao produto;

Para a realização do teste de intenção de compra, cada julgador atribuiu notas de 1(certamente não compraria) a 5 (certamente compraria) ao produto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa de pizza com farinha de arroz flocada apresentou uma coloração semelhante à massa com farinha de trigo. Quanto ao crescimento, devido à adição de fermento em pó, não houve diferença perceptível entre as duas amostras. As produções industriais das pizzas são muito parecidas, e o que supostamente difere um produto do outro é a qualidade da matéria prima utilizada, o ajuste de formulação ou alguma deficiência ou diferença no processo, como temperatura de forneamento, tempo de fermentação, manuseio e boas práticas (Pinho et al., 2001).

Correlações aos atributos avaliados estão apresentadas na Tabela 1 os resultados das médias nas notas atribuídas a cada amostra. Para o atributo textura verificou-se que houve uma maior preferência para a massa com farinha de arroz flocada. Mariani (2010) ao estudar a textura de biscoitos sem glúten à base de arroz, não constatou diferenças estatísticas significativas para este parâmetro em suas amostras.

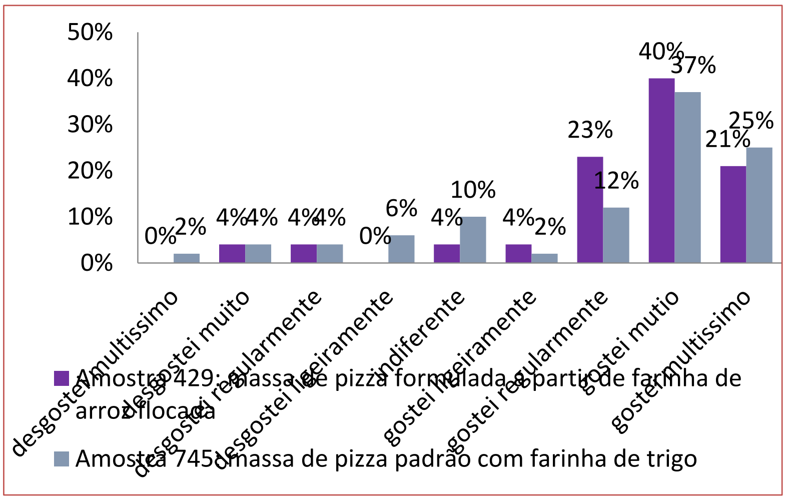
Tabela 1– Valores das médias obtidas pelos atributos textura, sabor, aroma e aceitação global das amostras da massa de pizza.

ATRIBUTOS	MASSA PARA PIZZA (média e desvio padrão*)	
	AMOSTRA 429	AMOSTRA 745
TEXTURA	7,4±1,72*	7,0±1,72*
SABOR	7,2±2,00*	7,1±2,09*
AROMA	7,4±1,60*	7,3±1,90*
ACEITAÇÃO GLOBAL	7,9±1,29*	7,1±1,77*
Amostra 429: massa formulada com farinha de arroz flocada. Amostra 745: massa formulada com farinha de trigo.		

Fonte: Dados da pesquisa.

O Gráfico 1 mostra que 21 (40%) dos 52 avaliadores classificaram a textura para a massa feita com farinha de arroz flocada com nota 8 (gostei muito), e no Gráfico 2 ilustra um índice de aceitabilidade de 82%. Em pesquisas realizadas por Vasconcelos et al. (2006), avaliando a preferência de pães de forma elaborados a partir de farinha de soja e fibra alimentar, constataram valor médio de 7,60 e 7,57 para a textura das formulações contendo 5% e 10% de farinha de soja, resultado superior ao deste estudo.

Gráfico 1 – Nota da análise sensorial para o atributo textura das massas de pizza com farinha de trigo e da massa formulada com farinha de arroz flocada.

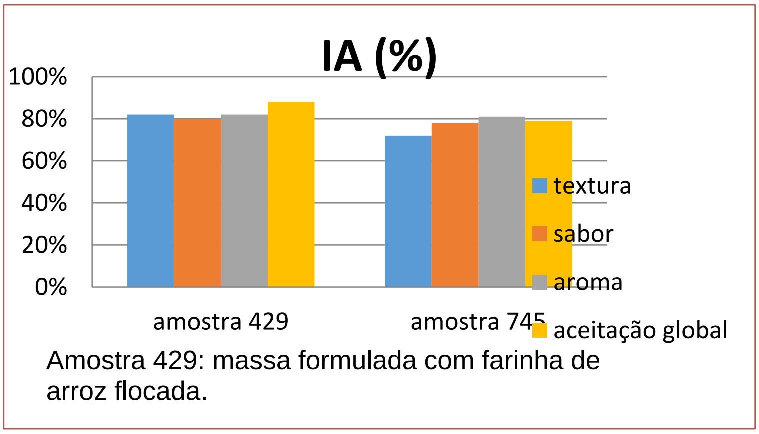


Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao atributo sabor os resultados entre as duas amostras foram semelhantes, tendo como média 7,2 para massa com farinha de arroz e 7,1 para massa com farinha de trigo. Quanto à aceitação global as amostras de massa de pizza elaboradas foram igualmente aceitas pelos consumidores com médias de 7,9 para amostra formulada a partir de farinha de arroz (429) e 7,1 para amostra formulada com farinha de trigo (745). Verificou-se também que a amostra formulada com farinha de arroz flocada teve uma média maior que a amostra com farinha de trigo. Entretanto as duas amostras obtiveram resultados acima de 50% sendo consideradas com uma boa aceitação em geral.

Os resultados do índice de aceitabilidade calculados para a avaliação sensorial dos atributos textura, sabor, aroma e aceitação global das duas formulações de massa para pizza estão apresentados no Gráfico 2 apresentando valores superiores a 70%.

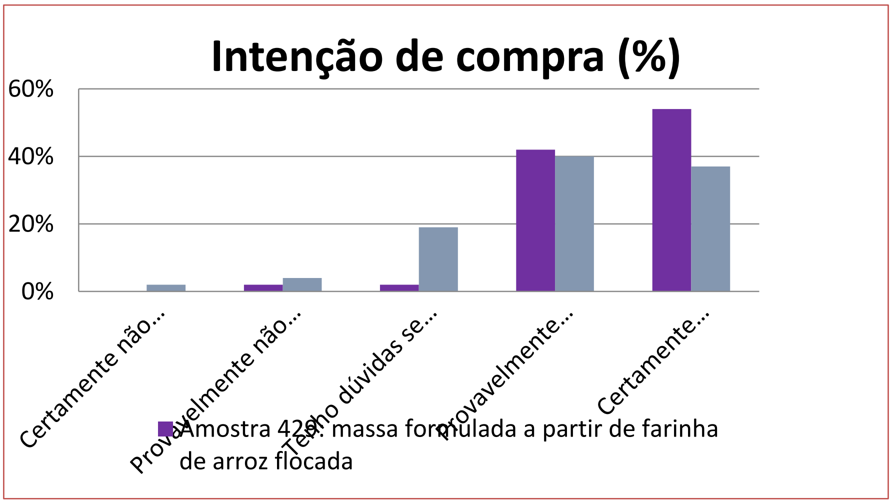
Gráfico 2 – Índice de Aceitabilidade da massa padrão e da massa formulada com farinha de arroz flocada.



Fonte: Elaborado pelos autores

O Gráfico 3 apresenta a intenção de compra das formulações de massa para pizzas elaboradas com e sem farinha de arroz flocada.

Gráfico 3 – Resultados da intenção de compra da massa com farinha de trigo e da massa formulada com farinha de arroz flocada.



Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme ilustrado no Gráfico 3, observou-se que 28 (54%) dos avaliadores responderam que certamente comprariam a massa de pizza feita com farinha de arroz flocada, enquanto apenas 1 (2%) dos avaliadores respondeu que provavelmente não compraria esse produto.

4. CONCLUSÕES

Foi possível concluir que a massa formulada a partir de farinha de arroz flocada obteve boas médias de aceitação para todos os itens avaliados, além disso, no teste de intenção de compra a maioria dos avaliadores certamente compraria a massa para pizza formulada a partir de farinha de arroz flocada sendo bem aceita pelos avaliadores.

Desta forma constatou-se que é possível desenvolver uma massa de pizza com substituição total da farinha de trigo pela farinha de arroz flocada que apresente características de uma massa de pizza tradicional.

REFERÊNCIAS

[1] Brasil, Ministério da Saúde. (1996). Aprova a Norma Técnica referente à Farinha de Trigo (Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

[2] Kadan, R. S., Bryant, R. J., Miller, J. A. (2008). Effects of milling on functional properties of rice flour. Food Engineering & Physical Properties, 73(4), E151- E154.

[3] Larsen, D. M., Setser, C. S., Faubion, J. M. (1993). Effects of flour type and dough retardation time on the sensory characteristics of pizza crust. Cereal Chemistry, 70, 647-650.

[4] Mariani, M. A. (2010). Análise físico-química e sensorial de biscoitos elaborados com farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja como alternativa para pacientes celíacos. (TCC de Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[5] Miranda R. A., González M. I., Pérez G. T. (1998). Orientaciones diatéticas para el paciente celíaco. Rev. Cubana Aliment Nutr, 12(1) 58-61.

[6] Pinho, B. H. S., Machado, M. I. F.; Furlong, E. B. (2001). Propriedades físico-químicas das massas de pizza semiprontas e sua relação com o desenvolvimento de bolores e leveduras. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 60(1), 35-41.

[7] Vasconcelos, A. C.; Pontes, D. F.; Garruti, D. S.; Silva, A. P. V. (2006). Processing and acceptability of bread with functional ingredients: soybean flour and alimentary fiber. Alimentos e Nutrição, 17(1), 43-49.

Capítulo 23

Qualidade do leite pasteurizado da agricultura familiar fornecido para alimentação escolar de Francisco Beltrão - Paraná

Maria Eduarda Gabriel
Andréa Cátia Leal Badaró
Fabiane Picinin de Castro Cislaghi

Resumo: Tendo em vista o número elevado de escolas municipais em Francisco Beltrão e de crianças que consomem o leite pasteurizado ofertado na alimentação escolar, decidiu-se avaliar a qualidade físico-química e microbiológica desse produto, oriundo da agricultura familiar do município, de acordo com os parâmetros recomendados pela legislação. Foram realizadas as análises físico-químicas de acidez titulável, densidade, teor de gordura, teor de proteína, extrato seco desengordurado, presença de fosfatase alcalina e peroxidase; e as análises microbiológicas de contagem bacteriana total, contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas, contagem de microrganismos proteolíticos e coliformes a 35°C e 45ºC. Concluiu-se que nem todos os resultados das avalições físico-químicas atendiam à legislação, apresentando valores em desacordo com os limites estabelecidos. Do ponto de vista microbiológico, algumas amostras apresentaram valores acima do recomendado, o que pode indicar falhas na higiene durante todo o processo, desde a ordenha até o processamento e distribuição do leite pasteurizado. Os resultados foram repassados para o setor de Alimentação Escolar da Secretaria de Educação do município, servindo de base para fomentar futuras ações voltadas ao controle de qualidade do leite da alimentação infantil fornecido pelos agricultores familiares.

Palavras-chave: Leite pasteurizado. Alimentação escolar. Qualidade físico-química. Qualidade microbiológica.

1 INTRODUÇÃO

O leite é um dos alimentos mais completos em termos nutricionais, portanto sua qualidade se torna essencial, gerando uma preocupação rotineira para as instituições ligadas à área de saúde, pelo fato de que este é um alimento excelente para o desenvolvimento de microrganismos patogênicos (SILVA et al., 2008).

Uma das grandes preocupações das indústrias, e pode-se dizer que também da sociedade, está relacionada com as boas práticas de higiene realizadas pelos produtores em suas propriedades. Essas boas práticas de fabricação são necessárias para o controle de qualidade ser eficiente, e devem ser aplicadas desde a ordenha da vaca até o transporte do leite para o laticínio (COSTA, 2006).

Seguindo os conceitos de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), o Estado passou a ter uma atuação maior nesse sentido, como uma medida de aproximar o consumo de alimentos saudáveis com a produção dos pequenos agricultores familiares. As políticas adotadas para isso baseiam-se no componente alimentar, desde a produção até o acesso direto ao alimento, e no componente nutricional, que relaciona as práticas alimentares com o estado de nutrição da população. Esses componentes tendem a aproximar o trabalho das pequenas propriedades de agricultores familiares com o consumo de alimentos, assim como também atuam como uma forma de união entre a cidade e o campo (SCHNEIDER e TRICHES, 2010).

Após a publicação da Lei Federal nº. 11.947/2009, tornou-se obrigatório que todo município assegure que 30 % dos recursos fornecidos pelo Governo Federal para a compra de alimentos para a alimentação escolar sejam destinados para a agricultura familiar (NASCIMENTO, 2009).

Tendo em vista a importância da agricultura familiar em relação à alimentação escolar, este estudo propôs analisar amostrasdo leite fornecido pelos agricultores familiares da região para a alimentação escolar do município de Francisco Beltrão-PR. Analisou-se o leite quanto aos seus parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de leite pasteurizado foram fornecidas por três agroindústrias familiares do município, fornecedores da alimentação escolar, e foram coletadas a cada duas semanas, na quantidade de um litro por produtor. Os nomes dos agricultores foram mantidos em sigilo sendo identificados como produtor I, II e III. Foram realizadas oito coletas para cada produtor, e todas as análises foram realizadas em triplicata.

As análises físico-químicas do leite de teor de proteínas, teor de gordura, extrato seco total, ponto de fusão e densidade foram realizadas através do equipamento analisador do tipo ultrassônico Ekomilk (CapLab®). Após a amostra ser homogeneizada por cerca de 20 vezes, depositou-se um volume aproximadamente 20 mL no tubo próprio do equipamento e então se realizou a análise, com resultado obtido em até 90 segundos.

Para análise de acidez do leite, o método utilizado foi o Dornic, de acordo com o procedimento descrito por Tronco (2008). Homogeneizou-se a amostra de leite pasteurizado, e em seguida pipetou-se 10 mL e transferiu-se para um erlenmeyer. Foram adicionadas quatro ou cinco gotas do indicador fenolftaleína, e a titulação procedeu-se com solução Dornic (NaOH 0,11N), até o ponto de viragem do leite apresentando uma coloração rósea.

Realizou-se as análises para detecção da enzima fosfatase alcalina a partir do método das tiras reativas (CapLab®), e da enzima peroxidase a partir do método com guaiacol, descrito por Castanheira (2010). Para avaliar a presença ou ausência da enzima fosfatase, imergiu-se por 10 segundos as tiras reativas próprias para essa análisena amostra de leite. O aparecimento de uma coloração amarela mais escura na tira indicava teste positivo. Sem alteração na coloração da tira considerava-se o resultado negativo.

Para contagem bacteriana total, diluiu-se o leite até 10-5, e 1 mL de cada amostra diluída foi pipetada em uma placa de Petri juntamente com cerca de 15 a 20 mL do meio PCA (Plate Count Agar). O meio com o inóculo na placa foi homogeneizado com o ágar e deixado solidificar em superfície plana (BRASIL, 2003).A incubação se procedeu com placas invertidas a 36 ± 1°C por 48 horas.

A análise de psicrotróficos foi realizada da mesma maneira que a contagem bacteriana total, porém, foi utilizada uma incubação de 7 ºC ± 1 ºC por uma semana, de acordo com os procedimentos descritos no Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos (SILVA et al., 1997).

A análise de proteolíticos foi realizada através do plaqueamento por profundidade descrita por Silva et al. (1997), em Agar Milk (PCA adicionado de 10 % de leite desnatado) com incubação a 28 ºC por 24 a 28 horas.

A contagem foi realizada em placas com até 300 colônias, e sua interpretação foi feita por halos que se formaram ao redor das colônias. Para uma melhor visualização, foi utilizado um contador de colônias, com lupa. Obteve-se o resultado em UFC/mL (Unidade Formadora de Colônia).

A determinação de coliformes foi realizada pelo método do Número Mais Provável (NMP). Para a prova presuntiva deste teste, foi inoculada a amostra e suas respectivas diluições em uma série de três tubos de ensaio contendo tubos de Durham invertidos, e caldo Lauril sulfato de sódio, seguidos de incubação em estufa bacteriológica a 36 ºC por 24 a 48 horas. Os tubos com resultado positivo (formação de gás em 1/3 do tubo de Durham e turvação do meio) foram confirmados para coliformes totais e termotolerantes, a partir da inoculação da amostra em tubos com caldo BVB (Bile Verde Brilhante) e caldo EC (Escherichia coli), e incubados a 36 ºC e 44ºC, respectivamente, por 24 a 48 horas. A presença de gás nos tubos do teste confirmativo confirmava a presença de coliformesa 35 ºC e a 45ºC, respectivamente (CASTANHEIRA, 2010).

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) através do programa Statistica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de fosfatase alcalina e peroxidase das amostras de leite coletadas são utilizadas para avaliar a eficiência do tratamento térmico do leite. A partir da verificação dessas enzimas, pode-se garantir a qualidade do alimento e a preservação de suas respectivas características sensoriais (CASTANHEIRA, 2010). Na Tabela 1 estão dispostos os resultados das análises dessas enzimas do leite.

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas de fosfatase alcalina e peroxidase.

	FOSFATASE			PEROXIDASE		
	PRODUTOR					
	I	II	III	I	II	III
Coleta 1	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 2	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 3	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 4	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 5	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 6	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 7	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Coleta 8	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO

Pode-se observar que, quanto à fosfatase, todas as amostras encontraram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação, ou seja, a temperatura mínima da pasteurização foi atendida. Segundo o estudo de Franco et al. (2011), a enzima encontra-se negativa pois ela é termossensível, então em amostras de leite devidamente pasteurizadas não apresenta atividade desta enzima.

Quanto à enzima peroxidase, existem resultados fora dos padrões, como por exemplo, no produtor I, que apresentou duas análises negativas, e o produtor IIIcom uma análise negativa, sendo que ambos realizam pasteurização lenta. Deve-se dar maior atenção ao produtor II, único produtor que realiza a pasteurização rápida, que apresentou todas as análises negativas, estando fora da legislação em todas suas amostras, indicando que a temperatura de pasteurização foi ultrapassada. Esses resultados diferem do estudo de Franco et al. (2011), em quetodas as amostras de leite reagiram a ambas as enzimas. Vale ressaltar que a peroxidase não é inativada apenas com a pasteurização, precisa de temperaturas maiores que 80ºCpara

ser destruída (PRATA, 2001). Tinôco et al. (2002) encontraram em seu estudo três amostras de peroxidase negativa, como observado neste estudo, constatando o superaquecimento das amostras e a possível perda de valor nutritivo das mesmas.

Os resultados das análises físico-químicas de acidez, gordura, proteína, densidade, ESD e ponto de fusão estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença estatística (p>0,05) entre as amostras dos três produtores em nenhuma das análises realizadas.

Tabela 2. Resultados* das análises físico-químicas das amostras de leite pasteurizado fornecido pela agricultura familiar.

Produtor	Coleta	Acidez (ºD)	Gordura (g/100g)	Proteína (g/100g)	ESD (g/100g)	Densidade (ºGL)
I	1	27 ± 0,9	4,58 ± 0,03	3,20 ± 0,04	8,62 ± 0,05	25,6 ± 0,20
	2	16 ± 0,5	4,00 ± 0,05	3,01 ± 0,10	8,54 ± 0,10	25,2 ± 0,40
	3	17 ± 0,5	4,63 ± 0,05	3,08 ± 0,05	8,47 ± 0,00	24,8 ± 0,05
	4	13 ± 2,6	3,25 ± 0,04	1,55 ± 0,07	6,63 ± 0,08	18,8 ± 0,40
	5	16 ± 0,5	3,98 ± 0,09	2,67 ± 0,00	7,99 ± 0,00	23,6 ± 0,05
	6	16 ± 1,1	4,43 ± 0,01	2,93 ± 0,01	8,29 ±0,01	24,3 ± 0,05
	7	17 ± 0,5	3,32 ± 0,03	2,91 ± 0,06	8,30 ± 0,07	25,4 ± 0,30
	8	17 ± 1,1	7,16 ± 0,10	2,72 ± 0,10	7,95 ± 0,10	20,6 ± 0,40
II	1	25 ± 0,5	3,94 ± 0,01	2,96 ± 0,01	8,34 ± 0,02	25,03 ± 0,05
	2	14 ± 0,0	3,47 ± 0,10	2,00 ± 0,20	7,18 ± 0,30	22,8 ± 0,30
	3	15 ± 0,0	3,98 ± 0,00	3,02 ± 0,00	8,42 ± 0,00	25,3 ± 0,00
	4	14 ± 0,5	4,46 ± 0,01	2,34 ± 0,00	7,57 ± 0,00	21,3 ± 0,00
	5	16 ± 0,5	4,47 ± 0,00	2,92 ± 0,00	8,28 ± 0,00	24,3 ± 0,00
	6	13 ± 1,1	3,94 ± 0,01	3,12 ± 0,02	8,54 ± 0,03	25,8 ± 0,10
	7	14 ± 0,0	3,86 ± 0,01	3,05 ± 0,00	8,45 ± 0,01	25,5 ± 0,00
	8	17 ± 0,5	3,74 ± 0,02	2,79 ± 0,04	8,14 ± 0,05	24,3 ± 0,20
III	1	21 ± 1,5	3,38 ± 0,01	3,05 ± 0,01	8,47 ± 0,01	26,0 ± 0,00
	2	15 ± 0,5	3,84 ± 0,02	2,99 ± 0,02	8,39 ± 0,03	25,3 ± 0,10
	3	15 ± 0,5	3,99 ± 0,00	2,87 ± 0,01	8,23 ± 0,01	24,5 ± 0,05
	4	18 ± 0,0	4,07 ± 0,02	2,80 ± 0,01	8,14 ± 0,02	24,1 ± 0,05
	5	15 ± 0,5	4,08 ± 0,00	2,38 ± 0,20	7,64 ± 0,03	22,0 ± 0,00
	6	16 ± 0,5	5,56 ± 0,01	3,16 ± 0,01	8,54 ± 0,01	24,2 ± 0,05
	7	15 ± 0,5	3,86 ± 0,10	3,09 ± 0,02	8,50 ± 0,03	25,6 ± 0,10
	8	17 ± 0,5	3,85 ± 0,05	2,93 ± 0,00	8,31 ± 0,05	24,9 ± 0,05

* Resultadosexpressos como média ±desvio padrão das amostras.

Os resultados mostraram uma acidez dentro dos padrões para todos os produtores, com exceção do primeiro dia de análise, em queo leite dos produtores I, IIe III, apresentou acidez elevada e na sexta coleta do produtor II, em que a acidez foi abaixo dos limites exigidos pela IN 76/2018 que preconiza um valor entre 14 e 18°D. Segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007), pode ter ocorrido a multiplicação excessiva de bactérias, o que eleva a acidez do leite, e assim, impede o seu consumo. Em seu estudo, Gonzáles, Dürr e Fontanelli (2001) afirmam que a acidez do leite não interfere em seu valor nutricional.

Segundo Silva et al. (2008), a padronização do teor de gordura é a maior responsável pelas alterações físico-químicas no leite, devido à falta de manutenção que algumas empresas possuem com seus equipamentos, ou até mesmo, por muitas delas não possuírem um padronizador.

Conforme pode-se observarna Tabela 2, todos os resultados das amostras quanto aoteor de gordura atendemaos padrões exigidos pela legislação, deno mínimo 3,0 g/100g de gordura, classificando-as como leite pasteurizado integral. Resultados similares aos deste estudo foram apresentados por Souza (2006), que analisou 72 amostras em nove propriedades leiteiras na cidade de Sacramento – MG, e todas suas amostras apresentaram valores dentro da legislação.

A legislação IN 76/2018 preconiza um limite mínimo de 2,9 g/100g de proteínas no leite pasteurizado. Pode-se observar que foram encontrados três resultados de cada produtor abaixo do limite exigido. Os resultados obtidos nessa análise de proteína foram bastante inferiores aos encontrados por Salgado e Verruma (1994), que encontraram uma média de 3,70 g/100g de proteínas no leite de vaca. Alguns fatores que reduzem o teor de proteína no leite podem ser o baixo consumo de matéria seca, falta de proteína degradável, falta de carboidratos na alimentação, entre outros (PERES, 2001).

O extrato seco desengordurado (ESD) representa todos os componentes do leite, menos a gordura. Neste trabalho, em cinco coletas para cada produtor foram encontrados resultados fora dos padrões. A legislação estipula um valor mínimo de 8,4 g/100g e a maioria dos resultados estavam abaixo desse valor. Resultados diferentes aos expostos por Neves et al. (2013) em um estudo na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em quea maioria das análises de ESD em leite pasteurizado estavam de acordo com a legislação. Os resultados foram semelhantes à média de 6,89 g/100g encontrada por Santos et al. (2001) em suas análises com 20 amostras de leite pasteurizado na cidade de São Luís, Maranhão.

Neste estudo, observou-se que as densidades mantiveram uma média menor (25ºGL ou 1,025 g/L) que a exigida pela legislação, que determina valores entre 1,028 e 1,034 g/mL a 15°C (ou 28 a 34°GL). A amostra que apresentou um menor resultado, com 18,8°GL foi a coleta quatro do produtor A. No estudo de Gonzales, Dürr e Fontaneli (2001), a maior parte de suas análises apresentaram o mesmo resultado. Naquele estudo, os autores comentam que a baixa densidade pode ser devido à altaquantidade de gordura, e Santos et al. (2011) afirmam que densidade abaixo do limite pode significar fraude por adição de água e acima do limite, por outras substâncias ou desnate.

Os resultados das análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 3. Não houve diferença estatística (p>0,05) entre as amostras dos três produtores para a contagem bacteriana total (CBT) e para microrganismos proteolíticos. Nesse estudo, o tipo de pasteurização não teve influência nos resultados, pois o leite do produtor II, que utiliza o processo rápido, não apresentou melhores resultados microbiológicos do que o leite dos produtores Ie III, que utilizam o processo lento.

Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas das amostras de leite pasteurizado fornecido pela agricultura familiar.

Produtor	Coleta	CBT* (UFC/mL)**	Proteolíticos (UFC/mL)	Psicrotróficos (UFC/mL)	Coliformes 35°C (NMP/mL)***	Coliformes 45°C (NMP/mL)
I	1	1,2 x 106	9,0 x 105	<10	150	<3,0
	2	2,5 x 105	1,5 x 104	<10	<3,0	<3,0
	3	1,0 x 105	4,5 x 105	<10	<3,0	<3,0
	4	4,0 x 105	3,0 x 103	<10	93	<3,0
	5	1,0 x 105	<3,0	<10	<3,0	<3,0
	6	5,5 x 105	5,5 x 105	<10	15	<3,0
	7	4,3 x 106	8,0 x 105	<10	1100	<3,0
	8	1,2 x 104	1,0 x 103	<10	<3,0	<3,0
II	1	1,1 x 105	1,0 x 104	<10	11	<3,0
	2	4,0 x 103	3,0 x 103	<10	7,4	<3,0
	3	1,0 x 105	<3,0	<10	20	<3,0
	4	8,5 x 103	4,0 x 103	<10	7,4	<3,0
	5	<3,0	1,0 x 103	<10	28	<3,0
	6	2,5 x 103	<3,0	<10	43	<3,0
	7	8,0 x 104	3,0 x 105	<10	35	<3,0
	8	7,5 x 105	2,0 x 105	<10	460	<3,0

Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas das amostras de leite pasteurizado fornecido pela agricultura familiar.

(continuação...)

Produtor	Coleta	CBT* (UFC/mL)**	Proteolíticos (UFC/mL)	Psicrotróficos (UFC/mL)	Coliformes 35°C (NMP/mL)***	Coliformes 45°C (NMP/mL)
III	1	3,1 x 104	3,2 x 104	<10	43	<3,0
	2	2,0 x 103	3,0 x 103	<10	<3,0	<3,0
	3	1,9 x 104	1,0 x 104	<10	28	<3,0
	4	3,0 x 105	1,5 x 103	<10	3	<3,0
	5	11,3 x 107	7,5 x 105	<10	3,6	<3,0
	6	2,0 x 106	4,0 x 104	<10	3,6	<3,0
	7	2,5 x 105	1,5 x 105	<10	3,5	<3,0
	8	2,7 x 104	1,0 x 103	<10	9,2	<3,0

*CBT – contagem bacteriana total

**Unidades formadoras de colônia por mililitros

*** Número mais provável por mililitros

O leite, além de ser um alimento rico em nutrientes para os mamíferos, é um excelente meio de cultura para os microrganismos. Bolores, leveduras e vírus participam como uma pequena porção na microbiota do leite, sendo os maiores contaminantes deste alimento as bactérias (SANTOS; FONSECA, 2007).

A contagem bacteriana total é muito utilizada como um indicador da qualidade microbiológica do leite, e também em alguns derivados. Sendo assim, a presença de microrganismos mesófilos pode indicar falhas higiênicas tanto na obtenção da matéria-prima, como também em todo o restante do processo tecnológico (CASTANHEIRA, 2010). Influencia na qualidade do produto através da quantidade, do estágio de crescimento e da atividade enzimática destas bactérias, que são os fatores determinantes dos problemas nos derivados do leite (MURPHY et al., 2016).

Neste estudo, a contagem bacteriana apresentou-se razoavelmente baixa, visto que, a legislação vigente não determina um padrão para este parâmetro microbiológico. Porém, resultados elevados podem indicar condições precárias durante o processamento. É fundamental analisar a carga bacteriana total do leite, uma vez que, elevados índices de CBT podem ocasionar alterações significativas nos níveis de lactose, proteínas, gorduras, sólidos totais e não gordurosos e minerais, como relata o estudo de Vargas et al. (2013), que verificaram que na medida em que ocorria a elevação dos índices de CBT, os teores de lactose e sólidos não gordurosos eram reduzidos. Contudo, é possível reduzir a contagem microbiana a partir da adoção de boas práticas de higiene, boas práticas na ordenha e no manejo, assim como uma boa manutenção dos equipamentos e dos procedimentos de limpezas (BOZO, et al. 2013).

Não existem padrões na legislação para a análise de proteolíticos no leite. Porém, segundo Maieski (2011), esses microrganismos não irão causar deterioração no sabor do leite pasteurizado até uma contagem de 107 UFC/mL, devido ao curto tempo e baixa temperatura de estocagem. Considerando esse resultado, as amostras deste estudo apresentaram contagens de proteolíticos no leite que não iriam acarretar danos ao produto. Este estudo apresentou valores similares com os de Nöornberg, Tondo e Brandelli (2009), em que houve uma grande variabilidade na atividade proteolítica em 50 amostras de leite pasteurizado.

A legislação também não estipula um padrão para psicrotróficos. De acordo com Gaucher et al. (2008), o limite para estes microrganismos no leite, que não causariam alterações em sua qualidade, está entre 104 e 106 UFC/mL. Champagne et al. (1994) relataram também que normalmente o leite precisa de contagens maiores que 106 UFC/mL de microrganismos psicrotróficos para que se torne perceptível as mudanças de aroma e sabor do leite. Em todas as análises de psicrotróficos foi obtido um resultado <10 UFC/mL. Sendo assim, indica que os microrganismos possíveis deterioradores do leite foram eliminados durante o processo térmico.

A presença de psicrotróficos no leite pasteurizado seria preocupante, devido à sua capacidade de produzir enzimas termorresistentes que mantém suas atividades após a pasteurização e o tratamento UHT. Problemas como odor, sabor azedo e perda de consistência são alguns dos associados à ação dessas enzimas produzidas por bactérias psicrotróficas (ROSSI JUNIOR et al., 2006).

Os coliformes são um dos principais grupos de microrganismos indicadores da qualidade do leite, e são divididos entre coliformes totais e coliformes termotolerantes. A contaminação do leite por coliformes totais indica contaminações do meio ambiente e é capaz de provocar a fermentação da lactose a 30ºC, produzindo gases. Os coliformes termotolerantes, também chamados de fecais, caracterizam-se por fermentar a lactose e produzir gases a 45ºC. A contaminação por esse grupo de microrganismo está associada à origem fecal e indica condições de higiene precárias e insatisfatórias (SILVA et al., 2010; FRANCO e LANDGRAF, 2008; ROSA, 2012. MADIGAN et al., 2010, PADUA, 2013).

Não foram encontrados resultadoselevadas contagens de coliformes totais, bem como para termotolerantes, se comparado com a legislação brasileira vigente. Uma elevada carga destes microrganismos aumenta os riscos de toxinfecções e transmissão de zoonoses, além de ocasionar a perda da qualidade nutricional do leite. Indicam também, grande risco de veiculação de doenças de origem diarreica após o consumo do produto, como aquelas causadas por Shigella, Escherichia coli e Salmonella (SILVA JR., 2001; OMORE et al., 2001).

4 CONCLUSÃO

Após a realização desta pesquisa foi possível concluir alguns pontos sobre a qualidade do leite pasteurizado fornecido na alimentação escolar de Francisco Beltrão, Paraná.

As análises físico-químicas apresentaram os resultados de densidade, proteína e ESD de algumas amostras fora dos limites exigidos pela legislação vigente. Quanto à avaliação da qualidade microbiológica do leite, algumas amostras apresentaram valores acima dos padrões para contagem bacteriana total e coliformes a 35°C. Esses resultados podem representar falhas relacionadas à higiene durante todo o processo, desde a ordenha até o processamento do leite pasteurizado. Para as análises de proteolíticos, psicrotróficos e coliformes a 45°C, em todas as coletas as amostras apresentaram resultados satisfatórios.

Pode-se concluir a importância da higienização, além do cuidado que se deve ter em cada etapa do processo, pois, se o leite não for processado corretamente, pode ter sua vida útil comprometida e representar um risco para a saúde dos consumidores, que neste caso, são crianças e jovens da rede municipal de ensino.

Estes resultados foram repassados ao setor responsável pela alimentação escolar, da Secretaria de Educação da Prefeitura Municipal da cidade, para que se fomente ações de melhoria constante da qualidade do produto fornecido pelos agricultores familiares.

REFERÊNCIAS

[1] BOZO, G, A. et al. Adequação da contagem de células somáticas e da contagem bacteriana total em leite cru refrigerado aos parâmetros da legislação. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 589-594, 2013.

[2] BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A.Diário Oficial da União, Brasília, 26 de novembro de 2018.

[3] BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos microbiológicos para animais de origem animal.Diário Oficial da União, Brasília, 26 de agosto 2006.

[4] CASTANHEIRA, A.C.G. Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados - comentado. Cap-Lab, 1ª Ed., São Paulo, julho de 2010.

[5] CHAMPAGNE, C. P.; LAIN G, R. R.; ROY, D.; MAFU, A. A.; G RIFFIT HS, M. W. Psychrotrophs in dairy products: their effects and their control. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. v. 34, n. 1 , p. 1 - 30, 1994.

[6] COSTA, F.F. Interferência de práticas de manejo na qualidade microbiológica do leite produzido em propriedades rurais familiares. Jaboticabal, 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal. 2006.

[7] FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M.. Microbiologia dos alimentos. São Paulo, Atheneu, 2008.

[8] FRANCO, B. S., MANFIO, S. R., ANDRADE, C. J., LEAO, M. F. Análise das enzimas peroxidase e fosfatase em amostras de leite cru, pasteurizado e longa vida. Revista Citino. Vol. 1, No. 1, outubro-dezembro 2011, Pag. 55.

[9] GAUCHER, I.; MOLLÉ, D.; GAGNAIRE, V.; GAUCHERON, F. Effects of storage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk.Food Hydrocolloids, v. 22, p.130-143, 2008.

[10] GONZÁLES F; DÜRR J e FONTANELI R., Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre, RS. 2001.

[11] MADIGAN et al. Microbiologia de Brock. 12. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010, 818.

[12] MURPHY, S. C. et al. Comportamento diferencial de Listeria monocytogenes em queijos Minas Frescal elaborados pelo método convencional e por acificação direta. 2002. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

[13] NASCIMENTO, A. O. Atualizações com base na Lei 11.947/2009. Programa Nacional de Alimentação Escolar/PNAE. 2009. Disponível em <http://mse.mec.gov.br/images/stories/pdf/mp/pnae-base_lei.pdf>. Acesso em 23 de julho de 2018.

[14] NEVES et al, Determinação das qualidades físico-químicas do leite. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2013.

[15] OMORE, A. et al. Assessing and managing milk-born health risks for the benefit of consumers in Kenya. Nairobi, Kenya: Smallholder Dairy (R&D) Project (SDP), 2001. 46 p.

[16] PADUA F, S. Qualidade, segurança microbiológica e enumeração da microbiota lática autóctone do leite de cabra produzido na região centro-oeste. 2013, 58:42 Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2013.

[17] PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZALEZ, F.H.D. et al. Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p.29-43.

[18] ROSA LS; QUEIROZ MI. Avaliação da qualidade do leite cru e resfriado mediante a aplicação de princípios do APPCC. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2007, 27: 422-430.

[19] ROSSI JUNIOR, O. D., VIDAL-MARTINS, A. M. C.; SALOT TI, B. M.; BURGER, K. P.; CARDOZO, M. V.; CORTEZ, A. L. L. Estudo das características microbiológicas do Leite UAT ao longo de seu processamento. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 73, n. 1, p. 27-32, 2006.

[20] SALGADO, J. M., VERRUMA, M.R. Análise físico-química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. Scientia Agricola. Versão online. Piracicaba, janeiro/abril 1994.

[21] SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Pirassununga: Manole, 2007.

[22] SANTOS, N. A. F. et al. Avaliação da Composição e Qualidade físico-química do Leite Pasteurizado Padronizado Comercializado na Cidade de São Luís, Ma. Arquivo do Instituto Biológico, São Paulo, v.78, n.1, p.109-113, jan./mar., 2011

[23] SANTOS, R. A. Território e modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná. Revista Espaço Acadêmico. Nº 118. Março de 2011.

[24] SILVA JR, EA. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos 4. ed., São Paulo: Varela, 2001.

[25] SILVA, N.da et al.Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 630 p.

[26] SILVA, M. A. P.; SANTOS, P. A.; SILVA, J. W.; LEÃO, K. M.; OLIVEIRA, A. N.; NICOLAU, E. S. Variação daqualidade do leite cru refrigerado em função do período do ano e do tipo de ordenha. Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 69, n. 1, 2010.

[27] SILVA, M. C. D. et al. Caracterização microbiológica e físico-química de leite pasteurizado destinado ao programa do leite no Estado de Alagoas. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 28(1): 226-230, jan.-mar. 2008.

[28] TINÔCO, A. L. A. et al. Análises das condições físico-químicas do leite oferecido ao comércio em Viçosa - MG. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 16, n. 98, p. 101-106. 2002.

[29] TRICHES, R. M.; SCHNEIDER, S. Alimentação escolar e agricultura familiar: reconectando o consumo à produção. Saúde e Sociedade.São Paulo, v. 19, n. 4, p. 933-945, 2010.

[30] TRONCO, V. M. Manual para inspeção da qualidade do leite 3ª Ed. – Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2008.

[31] VARGAS, D. P. et al. Correlações entre contagem bacteriana total e parâmetros de qualidade do leite. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, Niterói, v. 20, n. 4, p. 241-247, out/dez. 2013.

Capítulo 24

Desenvolvimento de hambúrguer 100% vegetal a base de polpa e farinha da semente de jaca (artocarpus heterophyllus l.)

Daniélly Nascimento Morais
Layane Góis de Almeida
Silvia Benedetti
Elisângela Serenato Madalozzo

Resumo: Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e caracterização centesimal, microbiológica e sensorial de hambúrguer 100% vegetal elaborado a partir da polpa e farinha da semente de jaca. Foram elaboradas 3 diferentes formulações de hambúrgueres. Na composição dos produtos desenvolvidos observou-se teor mais elevado de fibra para a formulação com fécula de mandioca e farinha de jaca (10,68%), assim como, menor teor de lipídios (0,87%). Através da avaliação sensorial, as amostras elaboradas com farinha de arroz e fécula de mandioca combinada com farinha de jaca, mostraram-se mais adequadas, visto que estas formulações apresentaram melhor índice de aceitação, acima de 70 %. Desta forma, denota-se que a jaca ser empregada para elaboração de produtos vegetarianos, apresentando elevado valor nutricional e boa aceitação sensorial.

Palavras-chave: análise sensorial, informação nutricional, caracterização tecnológica.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da procura por alimentos saudáveis nos últimos anos está intimamente relacionado à preocupação cada vez maior da sociedade com a saúde, com o envelhecimento e qualidade de vida. Entretanto, um alimento além de seu valor nutritivo deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor, isto é, resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial (BARBOZA et al., 2003).

Os produtos para grupos alimentares especiais abrem espaço para pesquisas de novas matérias-primas, necessárias para que, formulações diferenciadas atendam à especificidade de cada dieta. O vegetarianismo é a dieta alimentar adotada por indivíduos que, por diversos fatores, prescindem da ingestão de carnes. Apesar de ser uma das formas de alimentação mais antiga, seus adeptos encontram escassez na oferta de produtos processados que sejam tão versáteis quanto os produtos de origem animal (FERREIRA, 2012).

Produtos para vegetarianos, normalmente comercializados, tem como matéria-prima a soja, porém este grão pode apresentar características sensoriais indesejáveis ao paladar. Em sua forma in natura apresenta adstringência e possui oligossacarídeos não digeríveis, tais como estaquiose e rafinose, que aumentam a flatulência em alguns indivíduos, além de apresentar potencial alergênico (BOATTO et al., 2010; JAEKEL et al., 2010).

Atualmente, pesquisas na área de alimentos, em diversas regiões do país, tem desenvolvido produtos utilizando a jaca (Artocarpus heterophyllus L.), especialmente no Norte, onde a ocorrência e demanda do fruto é maior. Dentre os produtos já desenvolvidos com o aproveitamento deste fruto, pode-se citar geleias, doces, sorvetes, cremes, bebidas fermentadas, polpa desidratada, quibes e amido nativo, sendo assim, uma importante matéria-prima para a agroindústria (ASQUIERI et al., 2008; DUARTE et al., 2012; FALCÃO et al., 2001).

Apesar dos estudos realizados com a jaca, comprovando seu potencial como matéria-prima para a indústria, grande parte da sua produção é desperdiçada no período pós-colheita (OLIVEIRA et al., 2011), principalmente devido à baixa comercialização e alta perecibilidade (RAGAZZO-SÁNCHEZ et al., 2011; SANTOS, 2009; SAXENA et al., 2011).

Pesquisas na área de alimentos tem proposto o uso de produtos vegetais, bem como, de subprodutos da agroindústria na substituição de gorduras em hambúrguer. Recentes inovações em desenvolvimento de formulações empregam, casca de aveia, casca de arroz, vagem de soja, ervilhas, bambu, batata, maçã e fécula de mandioca, demostrando a potencialidade dessas fibras vegetais em produtos cárneos sem detrimento das características sensoriais que esse produto deve oferecer (HUBER, 2012; OLIVEIRA et al., 2013).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo desenvolver um produto sucedâneo ao hambúrguer de carne, utilizando polpa, mesocarpo e semente de jaca. Foram desenvolvidas três formulações de hambúrguer que foram submetidas à avaliação físico-química, microbiológica, bem como à aceitação sensorial.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

As jacas foram colhidas no perímetro urbano na cidade de Naviraí/MS. Foram selecionadas frutas imaturas (verdes) e o estágio de amadurecimento foi determinado através da consistência do fruto. Para a obtenção das amostras para análise, os frutos foram higienizados em solução aquosa de hipoclorito de sódio 5 %, durante 15 minutos e posteriormente lavados com água corrente para retirada do excesso de hipoclorito. Os frutos imaturos foram tratados termicamente por imersão em água à 90 oC e cozidos por 1 hora. Após o tratamento térmico, os frutos foram secos para retirada do excesso de água da casca. Na Figura 1, observa-se como posteriormente os frutos foram processados para a separação da polpa, sementes e mesocarpo (revestimento da polpa).

Figura 1 – Separação dos componentes internos da jaca tratada hidrotermicamente



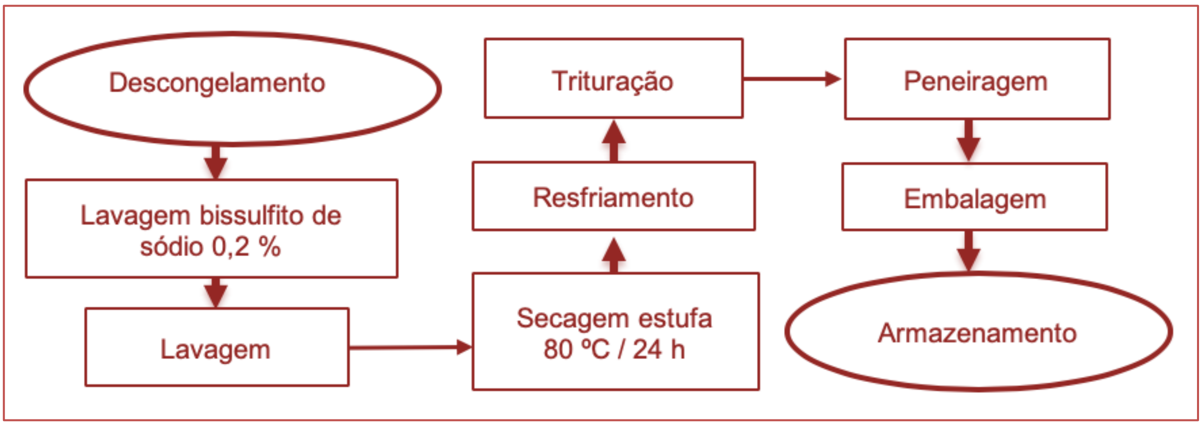
Fonte: própria autora.

As sementes foram lavadas em água corrente, retirando-se resquícios orgânicos pertencentes à polpa. Após a lavagem, foram deixadas em peneira de 3 mm para escoamento do excesso de água. Polpa, semente e mesocarpo foram armazenados em diferentes bandejas de polipropileno, identificadas e congeladas até posteriores análises e manipulação.

2.2 OBTENÇÃO DA FARINHA DA SEMENTE

Para a obtenção da farinha, as sementes foram processadas seguindo o tratamento descrito no fluxograma apresentado na Figura 2. As sementes foram descongeladas, colocadas em bandeja de alumínio e lavadas com solução de bissulfito de sódio a 0,2 %. As bandejas foram levadas à estufa (Deleo, modelo LDK 48), para secagem durante 24 h a 80 ºC. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foram trituradas em liquidificador (Philips/Walita RI7625-500W). A farinha obtida foi então peneirada, para padronização da granulometria com peneiras de 1,2 mm, embalada em saco plástico tipo “zip bag” de polietileno atóxico e armazenada em temperatura ambiente.

Figura 2 – Fluxograma de obtenção da farinha da semente de jaca



2.3 PREPARO DA BASE VEGETAL DE POLPA E MESOCARPO

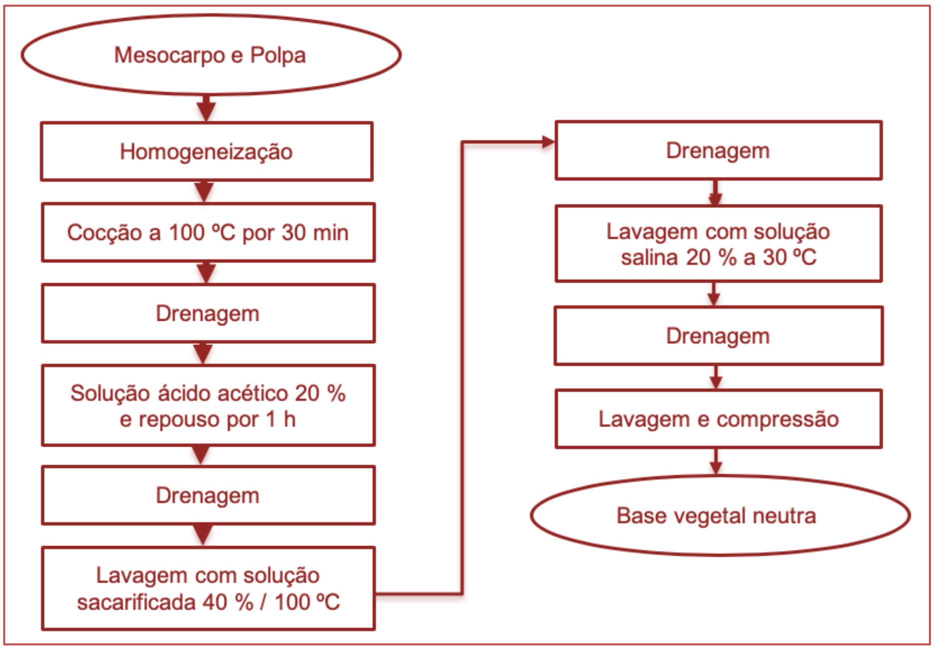
A polpa e o mesocarpo da jaca foram homogeneizados para a formação da base vegetal do hambúrguer, entretanto, foram necessárias várias lavagens para obter-se a base vegetal desejada.

A matéria vegetal, após a homogeneização foi cozida por 30 minutos em água à temperatura de ebulição, escoou-se a água e adicionou-se solução de ácido acético a 20 % até cobrir todo o material, permanecendo em repouso durante uma hora.

Após o repouso, a água foi drenada e a matéria vegetal passou por três lavagens sequenciais, uma com solução sacarificada a 40 % durante 15 minutos sob temperatura de ebulição, outra com solução salina 20 % durante 15 minutos à temperatura ambiente, passando, então, para a última etapa de lavagem, esta com água potável. Por fim, procedeu-se a retirada do excesso de água da base vegetal por compressão. O fluxograma abaixo (Figura 3) mostra detalhadamente as etapas para o processamento da matéria vegetal.

Após o tratamento, para a matéria vegetal, passou-se a usar a nomenclatura BV.

Figura 3 – Fluxograma de preparação da base vegetal



2.4 FORMULAÇÃO E PREPARO DOS HAMBÚRGUERES

A base vegetal foi triturada em processador (Philips/Walita RI7625-500W) por 10 minutos, para completa homogeneização e fracionamento das fibras.

Foram desenvolvidas 3 formulações de hambúrgueres. Os ingredientes utilizados nas diferentes formulações estão apresentados na Tabela 1. Foram atribuídos códigos para cada formulação, sendo eles: BV01 - farinha de arroz; BV02 - fécula de mandioca; e BV03 - fécula de mandioca + farinha de jaca. Os ingredientes para cada formulação foram adicionados ao processador e homogeneizados por 10 minutos, com intervalos a cada 2 minutos para reincorporação dos ingredientes de forma manual, o qual era feito com auxílio de uma espátula de silicone.

Tabela 1 – Ingredientes para a formulação dos hambúrgueres

Ingredientes	Formulações		
	BV01	BV02	BV03
Base vegetal	76 %	76 %	76 %
Farinha da semente de jaca	0 %	0 %	9 %
Farinha de arroz	15 %	0 %	0 %
Fécula de mandioca	0 %	15 %	6 %
Cebola	1,5 %	1,5 %	1,5 %
Alho	2 %	2 %	2 %
Glutamato monossódico (GMS)	1 %	1 %	1 %
Sal	1 %	1 %	1 %
Orégano	1 %	1 %	1 %
Fumaça Líquida	2,5 %	2,5 %	2,5 %

Após homogeneizadas, as massas foram modeladas em moldes de inox e dispostas em bandejas de alumínio, para as análises sensoriais e as tecnológicas o peso das amostras foi padronizado em aproximadamente 20 g. Foi realizado um pré-cozimento em forno elétrico à 250 ºC por 4 minutos, para que ocorresse a pré-gelatinização do amido. Os hambúrgueres foram embalados em bandejas de polipropileno recobertas com papel filme e congelados para posteriores análises físico-químicas, tecnológicas e sensorial.

2.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS HAMBÚRGUERES

Foram realizadas análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibra bruta e carboidratos (por diferença) segundo IAL (2008) para a determinação da composição centesimal dos hambúrgueres e para o cálculo das informações nutricionais. As análises foram realizadas em triplicata, exceto a análise de umidade que foi realizada em quintuplicata, nas quais foram empregados reagentes de grau analítico P.A.

2.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

O padrão microbiológico das amostras foi determinado conforme a RDC n° 12 (BRASIL, 2001), que determina, para o grupo de alimentos “produtos salgados e doces, extrudados ou não, fritos, assados ou compactados, incluindo torresmo e similares”, as análises de Salmonella sp./25 g e coliformes a 45 °C/g.

2.7 CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS HAMBÚRGUERES

As características tecnológicas dos hambúrgueres foram avaliadas segundo o método 10-50D (AACC, 2000).

A massa dos hambúrgueres foi determinada por pesagem, antes e depois do forneamento, sendo expressa em gramas. A largura, espessura e comprimento dos hambúrgueres foram determinados com paquímetro digital (Insize 200mm), antes e depois do forneamento, sendo expresso em milímetros. Através destes dados calculou-se o encolhimento das amostras usando-se a equação 1, onde: CA, é comprimento antes do forno; CD, é comprimento depois do forno; LA, é largura antes do forno e LD largura depois do forno:

$$Encolhimento\ \% = \frac{(CA-CD)+(LA-LD)}{CA+LA} X100 \qquad (1)$$

O rendimento foi determinado pelo percentual da diferença entre o peso das amostras antes e após o forno, expresso pela equação 2, onde MD é massa depois do forno e MA massa antes do forno.

$$Rendimento\ \% = \frac{MD}{MA} X100 \qquad (2)$$

Os resultados representaram a média aritmética de 5 determinações, provenientes de amostras diferentes das empregadas para análise sensorial, devido a segurança necessária para garantir a estabilidade microbiológica do produto.

2.8 ANÁLISE SENSORIAL E ÍNDICE DE ACEITAÇÃO

A análise sensorial foi realizada após aprovação do Comitê de Ética com Seres Humanos da UEMS sob o parecer 1.858.034/2016, obedecendo a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012).

Para a análise sensorial, as amostras congeladas, foram grelhadas em uma grill elétrica de fundo ondulado (Britânia inox). Aqueceu-se a grill a temperatura de 100 ºC e untou-se com óleo de soja com auxílio de um pincel de silicone. As amostras foram dispostas na chapa e permaneceram, em ambos os lados por 15 minutos em contato com a superfície aquecida. Ao término do preparo, os hambúrgueres foram cortados ao meio, de modo que cada metade correspondesse a uma amostra.

O teste de aceitação sensorial contou com 53 provadores não treinados entre eles, alunos, professores e funcionários da UEMS/Naviraí. As amostras foram apresentadas em pratos descartáveis brancos codificados com três dígitos aleatórios (100-900), de forma monádica em uma sala preparada para a análise, na qual, tentou-se individualizar ao máximo cada provador. Os provadores avaliaram o quanto gostaram ou desgostaram de cada formulação preparada, conferindo notas aos atributos sabor, odor, textura e aceitação global, utilizando escala hedônica estruturada com 9 pontos com variação entre de gostei muitíssimo (9) a desgostei muitíssimo (1) (pontuação mínima).

Além das médias, calculou-se o Índice de Aceitabilidade (IA), valor em porcentagem que tem como objetivo obter a aceitação do produto pelos consumidores. Para o produto ser considerado como bem aceito, o valor mínimo de IA deve ser de 70% (DUTCOSKY, 2013). Para este cálculo foi adotada a seguinte expressão matemática (equação 3):

$$IA = \frac{Média\ das\ notas\ obtidas\ para\ a\ amostra}{Nota\ máxima\ da\ escala\ utilizada} x100 \qquad (3)$$

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) no software Statistica (StatSoft Inc., 2011). Para verificar qual formulação de hambúrguer teve a maior aceitação sensorial, foi aplicado o teste de Tukey para realizar comparações pareadas das médias, estabelecendo-se o nível mínimo de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DOS HAMBÚRGUERES

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas 3 variedades elaboradas de hambúrgueres são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise centesimal dos hambúrgueres de jaca desenvolvidos

%	BV01	BV02	BV03
		Média ± Desvio Padrão	
Proteínas	2,73±0,60a	1,23±0,34a	2,60±0,39a
Umidade	71,24±0,69a	69,80±0,03a	70,30±0,48a
Fibras	9,76±0,84a	9,48±1,02a	10,66±1,66a
Cinzas	7,99±0,01a	7,52±0,11a	8,61±0,56a
Lipídios	1,15±0,06a	1,07±0,16a	0,87±0,15a
Carboidratos	7,13±1,08a	10,90±1,37a	6,94±0,38a

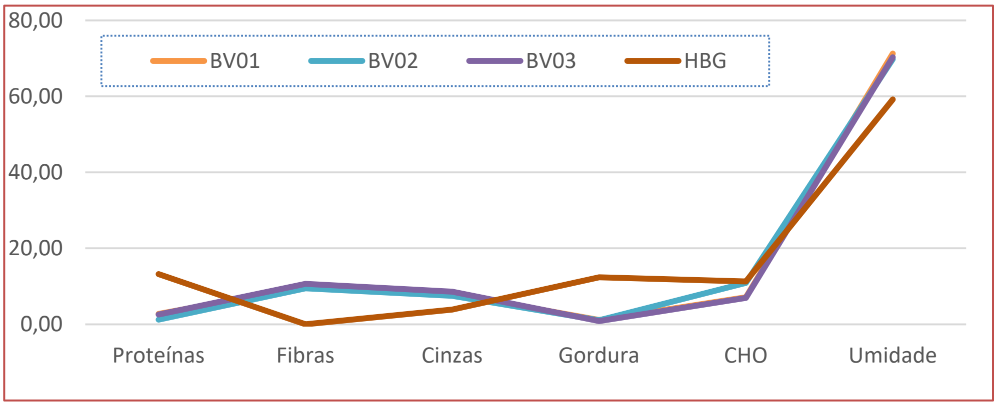
*Médias na mesma linha com letras sobrescritas iguais indicam que não houve diferença estatística, pelo teste de Tukey a 5%.

Pode-se observar que a amostra BV01 foi a que apresentou maior teor de proteínas 2,70 %, de umidade 71,24 % e de lipídios 1,15 %.

A amostra BV03 apresentou conteúdo de fibras bruta de 10,66 % e de cinzas 8,61 %. Enquanto a amostra BV02 apresentou maior teor de carboidratos 10,90 %. Todas as amostras apresentaram baixo teor de gordura, as pequenas divergências entre os resultados podem ser decorrentes da homogeneização das matérias-primas durante o preparo das amostras.

O gráfico da Figura 4 faz uma comparação entre os hambúrgueres elaborados e um hambúrguer bovino grelhado padrão referenciado pela TACO (2011). Observam-se diferenças entre seus teores composicionais, sendo que todas as elaborações do presente estudo apresentam maiores teores de fibras e umidade e menores de proteína e lipídios, quando comparados ao hambúrguer bovino grelhado. O teor de carboidratos é semelhante para todas as amostras e a amostra de referência.

Figura 4 – Gráfico comparativo entre elaborações estudadas e hambúrguer bovino grelhado



* HBG – Hambúrguer bovino grelhado

Através de pesquisa, foi feito levantamento sobre o peso médio dos hambúrgueres bovinos das marcas líderes de venda, a qual constatou que o peso médio desses produtos é de 50g. Com base neste dado, três repetições de cada formulação dos hambúrgueres de jaca (BV01, BV02 e BV03) foram elaboradas para análise tecnológica. A Tabela 3 mostra os valores médios obtidos para cada formulação antes e depois do forneamento.

Tabela 3 – Valor médio das repetições feitas com amostras no tamanho padrão comercial

	BV01	BV02	BV03
	Média ± Desvio padrão		
MA(g)	50,60±0,37	50,30±0,39	50,60±0,10
MD(g)	44.38±0.68	44,89±0,66	44,55±0,58
LA(mm)	69,08±0,19	67,05±0,42	67,17±1,19
LD(mm)	68,06±0,36	66,37±0,76	66,14±0,58
CA(mm)	66,77±0,34	67,42±0,66	67,44±1.13
CD(mm)	64,36±0,90	65,46±0,42	66,14±0,82
Rendimento %	88,23	89,24	88,04
Encolhimento %	2,52	1,96	1,73

MA = massa antes do forneamento. MD = massa depois do forneamento. LA = largura antes do forneamento. LD = largura depois do forneamento. CA = comprimento antes do forneamento. CD = comprimento depois do forneamento. Rendimento %. Encolhimento %.

As análises tecnológicas mostram um bom rendimento dos produtos após o forneamento, > 85 %, sendo que a amostra BV02 apresentou melhor rendimento 89,24 % em relação às outras, possivelmente devido à gelatinização da fécula de mandioca com aumento da taxa de retenção de água. Em geral, a alta concentração de fibras e o baixo teor de lipídios influencia positivamente evitando a perda de massa nos produtos. A taxa de encolhimento foi mais acentuada para a amostra BV01 2,52 %.

Para as análises microbiológicas, as três formulações de hambúrguer desenvolvidas não apresentaram contagem para coliformes 45 °C/g e não foi detectada a presença de Salmonella sp./25g. Portanto, os produtos encontram-se de acordo com a RDC n°12/2001 que determina os padrões microbiológicos para alimentos.

3.2 AVALIAÇÃO SENSORIAL

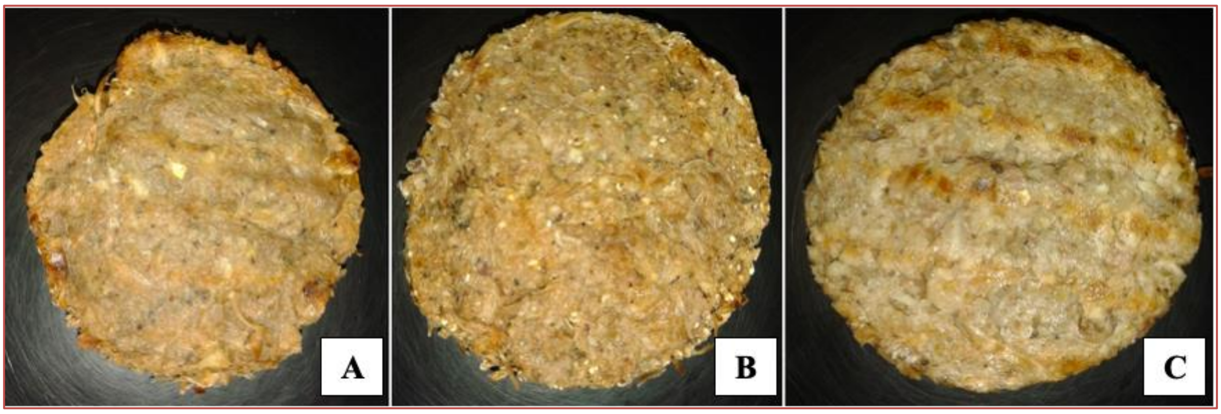
Os resultados do teste de aceitabilidade foram avaliados por análise estatística de variância (ANOVA) e Testes de médias de Tukey. Os resultados médios dos escores atribuídos pelos provadores aos hambúrgueres de jaca, para cada atributo sensorial avaliado, se encontram na Tabela 4. A Figura 5 apresenta os três hambúrgueres após o preparo.

Tabela 4 – Médias das notas de aceitação das amostras de hambúrguer para cada atributo sensorial avaliado (1= desgostei muitíssimo,.. 9= gostei muitíssimo)

Médias ± Desvio Padrão					
Amostras	Sabor	Textura	Odor	Avaliação global	IA
BV01	6,79a ± 1,71	7,11a ± 1,45	7,37a ± 1,23	6,92a ± 1,58	77 %
BV02	5,89b ± 1,73	5,25b ± 1,78	6,58a ± 1,60	6,11b ± 1,73	68 %
BV03	6,00b ± 1,98	6,92a ± 1,76	6,94a ± 1,45	6,49ba ± 1,69	72 %

*Médias na mesma coluna com letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatística, pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 5 – Hambúrgueres após o preparo – BV01 (A), BV02 (B) e BV03 (C)



Fonte: própria autora.

Os escores médios obtidos demonstraram que o hambúrguer de jaca da formulação BV01 (farinha de arroz) foi o mais apreciado entre os provadores, diferindo significativamente ($p<0,05$) do hambúrguer BV02 (fécula de mandioca). A formulação BV03 também obteve bons escores e junto à formulação BV01. Ambos, BV01 e BV03 apresentaram índice de aceitação superior a 70%.

Com relação ao atributo sabor, alguns provadores ressaltaram sentir sabor amargo e excessiva condimentação, característica mais acentuada na amostra BV03, o que pode explicar o menor índice de aceitação dessa amostra.

A textura da amostra BV02 não agradou os provadores. A fécula de mandioca conferiu ao produto maior coesividade, aportando à amostra textura gelatinosa, o que possa ter interferido nesse atributo. A adição da farinha de jaca na amostra BV03 pode ter reduzido a coesividade, melhorando a textura do produto.

No atributo odor as amostras não apresentaram diferença significativa entre si, apresentando todas, boa aceitação.

3.3 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DO HAMBÚRGUER MELHOR ACEITO SENSORIALMENTE

A informação nutricional foi determinada através das características químicas da amostra BV01, hambúrguer com melhor aceitação sensorial. Por apresentar 75 % de base vegetal, precedente de fruta, enquadrou-se o hambúrguer de jaca no nível 2, de valor energético 70 Kcal ou 295 Kj (BRASIL, 2003). Na tabela 5 é possível observar que o produto apresentou baixo teor calórico 22,08 Kcal em 40 g, correspondente à medida estabelecida como porção para o produto.

Tabela 5 – Tabela nutricional da formulação BV01

Informação nutricional		
Porção	40 g /Unidade	% VD(*)
Valor Calórico	22,08 Kcal = 79,98 Kj	
Carboidratos	2,8 g	1,0
Proteínas	0,9 g	1,2
Gordura total	0,46 g	1,0
Gordura Saturada	-	-
Gordura Trans	-	-
Fibras	3,90 g	16
Sódio	1,600 mg	66

* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ.

Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através desse trabalho permitiram concluir que a obtenção de farinha se torna uma opção viável para o aproveitamento da semente, pois requer operações de beneficiamento simples e de baixo custo, obtendo-se um produto com aplicabilidade de caráter funcional em produtos alimentícios. A formulação BV01 e BV02 apresentaram maior aceitabilidade, porém as melhores médias foram atribuídas à amostra BV01, obtendo índice de aceitabilidade entre os provadores de 77 %. O hambúrguer BV01 possui baixo valor calórico, sendo rico em fibras podendo ser considerado um alimento funcional, porém serão necessários estudos de novas formulações para a adequação do teor de sódio. Todas as formulações podem ser consideradas light, já que, possuem teor de gordura < 2%. A alta concentração de fibras nos produtos reduz as perdas relacionadas à rendimento e encolhimento do produto após fornamento. A jaca é um fruto promissor como matéria prima vegetal, com elevado potencial para aproveitamento tecnológico dentro da indústria de alimentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) pelo suporte e infraestrutura para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, 10. ed., v. 1 e 2. St. Paul: Approved Methods Committee, 2000.

[2] ASQUIERI, E. R.; RABÊLO, A. M. DA S.; SILVA, A. G. DE M. E. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 4, p. 881–887, dez. 2008.

[3] BARBOZA, L. M. V.; FREITAS, R. J. S. DE; WASZCZYNSKYJ, N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. Brasil Alimentos, n. 18, p. 34–35, 2003.

[4] BOATTO, D. A.; MESOMO, M. C.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo petit suisse de soja comum e de soja livre de lipoxigenase, enriquecidos com cálcio. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3, p. 766–770, set. 2010.

[5] BRASIL. Resolução RDC no 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001.

[6] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Resolução-RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a Rotulagem Nutricional. Brasília: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003.

[7] BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução 466/2012 - Normas para pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, DF, 2012.

[8] DUARTE, M. E. M.; UGULINO, S. M. P.; MATA, M. E. R. M. C.; GOUVEIA, D. S.; QUEIROZ, A. J. DE M. Desidratação osmótica de fatias de jaca. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 3, p. 478–483, set. 2012.

[9] DUTCOSKI, SD. Análise sensorial de alimentos. 4ª Edição. Curitiba: Champagnat – Pucpress, 531p. 2013.

[10] FALCÃO, M. De A.; CLEMENT, C. R.; GOMES, J. B. M.; CHÁVEZ FLORES, W. B.; SANTIAGO, F. F.; FREITAS, V. P. Phenology and yield of breadfruit (Artocarpus altilis) and Jackfruit (A. heterophylus) in Central Amazonia. Acta Amazonica, v. 31, n. 2, p. 179–191, 2001.

[11] FERREIRA, D. R. F. Alimentação vegetariana: abordagem terapêutica. 2012, 35f. Monografia (Ciências da Nutrição) Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2012.

[12] HUBER, E. Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e Empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura. 2012, 221f. Tese (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2012.

[13] INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Procedimentos e determinações gerais. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008a. p. 83-158.

[14] JAEKEL, L. Z.; RODRIGUES, R. DA S.; SILVA, A. P. DA. Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 2, p. 342–348, jun. 2010.

[15] OLIVEIRA, L. F.; GODOY, R. L. DE O.; BORGES, S. V. Qualidade de jaca (Artocarpus heterophyllus, Lam.) desidratada sob diferentes condições de processo. Brazilian Journal of Food Technology, v. 14, n. 3, p. 241–248, 14 set. 2011.

[16] OLIVEIRA, D. F. DE; COELHO, A. R.; BURGARDT, V. DE C. DA F.; HASHIMOTO, E. H.; LUNKES, A. M.; MARCHI, J. F.; TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. Brazilian Journal of Food Technology, v. 16, n. 3, p. 163–174, set. 2013.

[17] RAGAZZO-SÁNCHEZ, J. A.; GUTIÉRREZ-ESCATEL, A.; LUNA-SOLANO, G.; GÓMEZ-LEYVA, J. F.; CALDERÓN-SANTOYO, M. Identificación molecular del hongo causante de la pudrición postcosecha de la jaca. Revista Mexicana de Micología, v. 34, p. 9–15, 2011.

[18] SANTOS, C. T. Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais. 2009, 75f. Dissertação (Engenharia de Processos de Alimentos) Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia, Itapetinga, Bahia, 2009.

[19] SAXENA, A.; BAWA, A. S.; RAJU, P. S. Jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam.). Mysore: Woodhead Publishing Limited, v. 918, p. 785-790, 2011.

[20] STATSOFT, INC. Statistica for Windows: computer program manual. Tulsa, OK, USA, 2011.

[21] TACO. Universidade Estadual de Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos. 4. ed. Campinas: Unicamp, 2011.

Autores

AUTORES

ADRIANA CRISPIM DE FREITAS

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (2006), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (2009) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (2013). Atualmente é professor adjunto III do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão e Tutora do Programa de Educação Tutorial da Universidade Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: microbiologia, fermentação e produção de enzimas.

ALINE DE MAGALHÃES WERNER COLLING

Possui Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pelo IFMT. Graduada em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFMT. É formada no curso de Gestão em Gastronomia pela Universidade de Cuiabá (UNIC). Tem experiência na área de alimentos, com ênfase em desenvolvimento de novos produtos. Atualmente é Professora do Centro Universitário de Várzea Grande (UNIVAG).

ALINE KELMA DA SILVA RAMOS

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Maranhão com monografia desenvolvida na área de Produção de Cerveja com ênfase no processo fermentativo orientada pela Prof. DsC Virlane Kelly Lima da Silva, Possui curso técnico em Controle Ambiental pelo Instituto Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Garantia da qualidade, trabalhando durante a graduação com aplicação de boas práticas de fabricação (BPF). Membro do Centro Acadêmico de Engenharia de Alimentos Stella Arcanjo, ocupando cargo de diretora de comunicação (Gestão: Chapa ação, 2012 - 2013), membro diretor da Empresa JR de Engenharia de Alimentos, ENAC JR de 2013 à março 2015. Foi aluna bolsista de projeto de extensão financiado pela Proex- UFMA de 2012 até setembro de 2015.

AMADEO RODRÍGUES FERNÁNDEZ-ALBA

Professor Catedrático da Universidade de Almería (UAL) - Espanha; - Coordenador do Laboratório de Referência da União Européia para Resíduos de Agrotóxicos em Frutas e Hortaliças (EURL-FV) - UAL; Doutorado em Química Universidade de Granada - Espanha; Graduação em Química pela Universidade de Granada - Espanha.

ANA VALÉRIA BRITO DA SILVA

Graduada em Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF SERTÃO - PE) Campus Petrolina (2016).

ANDRÉ LUIZ HERZOG CARDOSO

Professor Associado da Universidade Estadual do Ceará - UECE. Graduado em Química pela Universidade Federal do Ceará (1989). Mestre em Físico-Química (1993) e Doutor em Ciências com área de concentração em Físico-Química (1998) pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Realizou estágio Pós-Doutoral no Instituto de Materiales Poliméricos (POLYMAT) de la Universidad del País Vasco UPV/EHU e no Basque Center for Macromolecular Design and Engineering - BERC (2012-2013). Leciona disciplinas de Química Geral e Físico-Química. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Físico-Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Sistemas Coloidais e Macromoleculares, Polimerização Heterofásica e Caracterização de Materiais por técnicas espectroscópicas e microscópicas.

AUTORES

ANDRÉA CÁTIA LEAL BADARÓ

Graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (1995), Especialização em Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal pela Universidade Federal de Lavras (2001), Mestrado em Ciência da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (2007) e Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (2013). Atualmente é professora do Curso de Engenharia de Alimentos e do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Francisco Beltrão-PR, lecionando as disciplinas de Leite e Derivados, Higiene e Legislação de Alimentos, Microbiologia de Alimentos e Introdução à Engenharia de Alimentos. Representante da Região Sul na Rede Brasileira de Pesquisadores em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Microbiologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Boas Práticas de Manipulação, Segurança Alimentar, Treinamentos de Manipuladores, Vigilância Sanitária, Qualidade dos Alimentos e Alimentos Seguros.

ANNE LUIZE LUPATINI MENEGOTTO

Doutoranda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) – Câmpus Erechim/RS; Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira/PR; Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) – Câmpus Guarapuava/PR

ARTHUR POSSENTI

Graduado em Engenharia Química pela UNOESC - Universidade do Oeste do Estado de Santa Catarina - Campus de Videira (2019). Foi monitor das matérias de bromatologia e termodinâmica. Estagiou por um ano na Videplast Embalagens Plásticas, e por dois anos foi estagiário da planta de celulose e papel da Trombini Embalagens SA. Atualmente cursa especialização em Lean Six Sigma, Certificação Black Belt, pela PUC-PR (conclusão em 2021) e atua como analista de processos na Trombini Embalagens SA. Durante a graduação realizou diversas pesquisas de iniciação científica na área de alimentos e tratamento de efluentes.

BÁRBARA REICHERT

Doutorado e Pós-Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela UFSM; Mestrado em Química Analítica pela UFSM; Especialização em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel); Graduação em Farmácia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Pesquisadora do Centro de Pesquisa e Análise de Resíduos e Contaminantes (CEPARC).

BRÍGIDA MONTEIRO VILAS BOAS

Doutorado em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal de Lavras/UFLA pela Universidade Federal de Lavras, Brasil(2007). Professor de ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Machado/MG, Brasil

BRUNA MAGNAGO BERNABÉ

Graduada em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo (2012) e Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Espírito Santo (2014). Atualmente cursa pós-graduação, nível doutorado, em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Professora do Curso Técnico em Agroindústria e Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus de Venda Nova do Imigrante. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Análises físico-químicas de Alimentos e Ciência e Tecnologia de Amido.

AUTORES

CARLA LUCIANE KREUTZ BRAUN

Graduada em Química Industrial de Alimentos pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Unijuí (2007). Pós-graduada em Gestão da Qualidade e Produtividade pelo Instituto Oswaldo Cruz (2010), Gestão da Segurança de Alimentos pelo SENAC (2012) e Gestão de Restaurantes e Similares pela Universidade de Cuiabá - UNIC (2012). Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT (2015) e doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

CARLA WEBER SCHEEREN

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (2000), Mestrado em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2002), Doutorado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2006), Pós-doutorado pela Université Louis Pasteur de Strasbourg França(2007) e Pós-doutorado pela Petrobras (2010). Atualmente é Professor Associado na Escola de química e alimentos da Universidade Federal do Rio Grande-Campus Santo Antônio da Patrulha e desenvolve pesquisas na área de Química, com ênfase em Nanomateriais, Suportes Sólidos, Biossensores, Catálise e Química Verde.

CARLOS RAIMUNDO FERREIRA GROSSO

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas, mestrado em Alimentos e Nutrição e doutorado em Ciência de Alimentos, ambos pela Universidade Estadual de Campinas. Realizou pós-doc na Cornell University e na University of Minnesota. Foi professor associado da Universidade Estadual de Campinas até 2015.

CARLUCIO ROBERTO ALVES

Possui Graduação em Química (Bacharel) pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP), Mestrado em Química pelo IQSC/USP, Doutorado Sanduíche no Exterior em Química pelo IQSC/USP e Universidad Autónoma de Madrid, com estágios de Pós-Doutorado pela Embrapa Instrumentação e pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (Portugal). Atualmente é Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Estadual do Ceará. É Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, atua como Professor Permanente no Programa de Pós-Graduações da Rede Nordeste de Biotecnologia, orienta discentes de Graduação, Mestrado e Doutorado.

CAROLINE ZANON BELLUCO

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (2017), atuando principalmente nos seguintes temas: moringa oleifera, carne e antioxidante. Atualmente cursa mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina.

CHAIANE GOULART SOARES

Nutricionista graduada na Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Mestre em Nutrição e Alimentos pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da UFPel. Na graduação foi bolsista de iniciação científica no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Nutrição e no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" - UFPel, onde desenvolveu pesquisas com análises físico-químicas do arroz e rotulagem nutricional. No mestrado avaliou as propriedades nutricionais e tecnológicas do farelo de arroz desengordurado estabilizado e trabalhou com o desenvolvimento de novos produtos sem glúten para avaliar suas características nutricionais, tecnológicas e sensoriais.

CLAUDIA LUISA HAHN

Engenharia Química pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Santo Ângelo. Dentro deste período atuou como bolsista de extensão, no projeto Agregação de valor e renda através da prospecção de novos mercados na agroindústria familiar no município de Santo Ângelo/RS. Também atuou como bolsista de iniciação científica, no projeto Propriedades do Estado Fundamental de Multicamadas Nanoestruturadas e Filmes Ultrafinos, no qual realizou um estudo de multicamadas ultrafinas usando a Aproximação Local da Densidade de Spins adicionada de Hubbard-Like Correção (LDA+U), e como bolsista da FAPERGS, atuando no projeto Cálculo da estrutura eletrônica e propriedades óticas de sólidos cristalinos com impurezas.

CRISLAINE ALARENGA PEREZ DE PAULA

Formada em Tecnologia em Alimentos pela Faculdade Estadual de Tecnologia de Marília (FATEC-Marília) em 2009, realizou curso de Aperfeiçoamento em laboratório de Microbiologia de Alimentos na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP-Araraquara); mestrado acadêmico no programa de pós-graduação de Alimentos e Nutrição com ênfase em Ciências de Alimentos pela UNESP-Araraquara, com bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Doutorado no programa de pós-graduação de Alimentos e Nutrição com ênfase em Ciências de Alimentos pela UNESP-Araraquara, com bolsa Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Realizou 60 horas de estágio de docência nas disciplinas de Iniciação a Pesquisa Científica e Produção e Controle de Qualidade da Cachaça ministradas no curso de Farmácia Bioquímica da UNESP-Araraquara. Possui experiência na área teórico-prática de produção, controle de qualidade e análise sensorial (testes descritivos e afetivos) de cachaça e aguardentes.

CRISTIANE CANAN

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Medianeira/PR; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) da UTFPR – Câmpus Medianeira/PR; Graduação em Tecnologia em Tecnologia de Alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológico do Paraná (CEFET) – Câmpus Medianeira/PR; Mestrado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL); Doutorado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL); Grupo de pesquisa: GPTA – Grupo de Pesquisa Tecnológica em Alimentos

DANIÉLLY NASCIMENTO MORAIS

Tecnóloga em Alimentos pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (2017). Atualmente é mestranda em Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal do Paraná. Desenvolve projetos em segurança alimentar e química analítica. Possui experiência em catálise heterogênea, desenvolvimento de novos produtos, processos de extração, otimização de processos por planejamentos de experimentos, validação de métodos, análises bromatológicas e espectrofotométricas e separação de multimicotoxinas por HPLC-FL.

DÉBORA JULIANA HIRT LINTZMAIA

Formada em Engenharia de Alimentos, com Especialização em Didática de Ensino Superior e Engenharia de Segurança do Trabalho. NA área acadêmica é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Guarantã do Norte, para os cursos de Tecnologia em Agroindústria e para o Curso Técnico em Agropecuário Integrado ao nível Médio.

DEJALMO NOLASCO PRESTES

Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel (2010), Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Cidade de São Paulo - UNICID (2012) Mestre e Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas -

AUTORES

UFPel (2013 e 2019). Atua como técnico administrativo no Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

DEMETRIUS PEREIRA MORILLA

Graduação em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Alagoas (2001), graduação em Química Bacharelado pela Universidade Federal de Alagoas (2005), pós-graduação lato sensu em Didática do Ensino Superior pelo Centro de Estudos e Formação do Ceará (2005) e pós-graduação stricto sensu, mestrado, em Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas (2009). Atualmente é Professor e Coordenador de Pesquisa e Pós-Graduação do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Maceió.

EDSON PABLO SILVA

Formado em Ciências Biológicas, possui mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras (2009) e doutorado com período sanduíche no Instituto de Agroquímica y Tecnologia de Alimentos-Valencia/Espanha. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças, bioquímica, analise de alimentos, fisiologia vegetal, microbiologia de alimentos, Cromatografia Gasosa por HSPME, desenvolvimento de novos produtos. Trabalha na área de bioprospeccao, de fisiologia de frutos do Cerrado e desenvolvimento de novos produtos alimentícios tendo como matéria-prima os frutos do Cerrado e da Amazônia. Revisor das revistas: Food Science and Technology, Food Chemistry, Food Research International, Lipids, LWT, Postharvest, Scientia Horticultural, Acta Amazonica, Cyta.

ELAINE ALVES DOS SANTOS

Tecnóloga em alimentos pelo IFTM - Campus Uberlândia. Especialista em Tecnologia e qualidade de alimentos vegetais pela UFLA. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IFTM - Campus Uberaba e Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFG. Coordenadora do Curso Técnico em Alimentos e Nutrição do Colégio Profissional de Uberlândia, MG e Técnica de laboratório/alimentos do IFTM - Campus Uberlândia

ELIANA DA SILVA PEREIRA

Possui Graduação em Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal do Maranhão, Campus Zé Doca (2016). Atualmente é aluna do Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Controle de Qualidade de Alimentos pelo Instituto Federal do Maranhão, Campus Bacabal.

ELIANA MARIA BALDISSERA

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2004) e mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (2007). Atualmente é professora Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Medianeira. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

ELIANE COLLA

Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira/PR; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) da UTFPR – Câmpus Medianeira/PR; Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG); Mestrado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Grupo de pesquisa: GPTA – Grupo de Pesquisa Tecnológica em Alimentos Bolsista de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq - Nível 2 (DT-2)

ELISÂNGELA SERENATO MADALOZZO

Possui graduação em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2007), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2010) e doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (2014). Atualmente é professora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: caracterização físico-química de matrizes alimentícias, calibração multivariada, colesterol, oxidação lipídica, métodos cromatográficos (HPLC, GC, HPLC-MS), aproveitamento de resíduos e subprodutos agroindustriais e caracterização de frutos do Cerrado.

EMANUELA MONTEIRO COELHO

Mestrado em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Salvador/BA (2015), Especialização em Processamento de Derivados de Frutas e Hortaliças -Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF SERTÃO-PE), Petrolina PE (2014) e Graduação em Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF SERTÃO-PE), Petrolina PE (2013). Patente publicada (08/12/2015): BR102013033753-6 (Processo de obtenção de umbu em pó e mistura pronta de umbuzada em pó) e Patentes depositadas: BR1020140278060 (Processo de obtenção de suco integral de jambolão e sua utilização como ingrediente na formulação de néctar e néctar misto com uva - rico em compostos antioxidantes), BR1020160147930 (Obtenção e utilização do concentrado em pó da casca do maracujá como aditivo alimentar) e BR1020160147930 (Obtenção e utilização do concentrado em pó da casca do maracujá como aditivo alimentar)

ERIKA CRISTA RODRIGUES

Possui Pós-doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IFMT, Doutorado e Mestrado em Ciência dos Alimentos pela UFLA, Especialização em Processamento e Controle de Qualidade de Carnes, Leite e Ovos, pela UFLA, com ênfase a qualidade de carne e Graduação em Ciências Biológicas (UNILAVRAS) e Engenharia de Alimentos (IFMT). Atua principalmente nas seguintes áreas de pesquisa: Tecnologia e qualidade de carne, bromatologia, físico-química, perfil de ácidos graxos e colesterol das diversas espécies animais (bovinos, suínos, aves, ovinos e animais silvestres). Possui estágio no IINIAEZN, em Portugal, na área de qualidade de carnes (Genética, Nutrição e Lipídeos) (2007 e 2011). Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pelo Centro Universitário de Lavras (2005).

FABIANE PICININ DE CASTRO CISLAGHI

Possui graduação em Farmácia e Bioquímica Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Mestrado e Doutorado em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente é Professora do Departamento de Engenharia de Alimentos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Francisco Beltrão. Membro do Conselho Municipal de Segurança Alimentar e Nutricional de Francisco Beltrão-PR (COMSEA). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Leite e derivados (com ênfase em Queijos, Lácteos fermentados e Bebidas Lácteas), Aproveitamento do soro de leite, Segurança Alimentar e Nutricional e Lácteos Funcionais - Probióticos e Prebióticos.

FABIO MARCIO SQUINA

Possui graduação em Farmácia e Bioquímica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (1998), Mestrado em Ciência de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (2001) e Doutorado em Biologia Celular e Molecular pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP (2005). Realizou dois pós-doutorados, primeiro (2005 - 2007) no Departamento de Bioquímica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, em seguida (2007-2008) no Departamento de Microbiology and Molecular Genetics da Oklahoma State University. Durante o período de 2008 a 2016, foi pesquisador líder no Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE/ CNPEM), implantou os Laboratórios de Microbiologia e

Biologia Molecular do CTBE em 2011, bem como o Laboratório de Sequenciamento de Ácidos Nucleicos em Larga Escala (NGS) em 2013. Desde 2010 é professor (orientador) de pós-graduação no Instituto de Biologia da UNICAMP. Atualmente é professor adjunto na Universidade de Sorocaba (UNISO) no Programa de Processos Tecnológicos e Ambientais.

GENILSON DE PAIVA

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1997), mestrado (2000) e doutorado (2018) em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é professor do Curso Técnico em Agroindústria e Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), Campus de Venda Nova do Imigrante. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Análises físico-químicas de Alimentos, Análise Sensorial de Alimentos e Ciência e Tecnologia de Amido.

GLÁUCIA CRISTINA MOREIRA

Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003), mestrado e doutorado em Agronomia (Horticultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005). Atualmente é professora adjunta da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, atuando nos cursos de Engenharia de Alimentos e Tecnologia em Alimentos.Tem experiência na área de Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Tecnologia de produtos agrícolas, Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças, Tecnologia de frutas e hortaliças, Fruticultura e Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças.

GRASIELE SCARAMAL MADRONA

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2003) e pós-doutorado pela Universidade Federal de Uberlândia (2016). Atualmente é professora do Departamento de Engenharia de Alimentos - sede, da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Desenvolvimento de Novos Produtos, Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de produtos de origem animal - Leite e derivados e queijos artesanais, Segurança e qualidade de alimentos. Foi Bolsista Produtividade - Fundação Araucária (2013-2015) e atualmente é orientadora nos Programas de Pós Graduação em Ciência de Alimentos (Mestrado/Doutorado) e Engenharia de alimentos (Mestrado)- UEM.

HENRIQUE BELINASSI BALARINI

Possui graduação em Farmácia-Bioquímica e Mestrado em Alimentos e Nutrição pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP). Desenvolveu pesquisas nas áreas de produção e análise sensorial de bebidas fermento-destiladas, principalmente de cachaça.

IJONI HILDA COSTABEBER

Professora Associada da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da UFSM; Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade de Córdoba, Espanha; Graduação em Farmácia pela UFSM; Coordenadora do Laboratório de Análise de Poluentes Persistentes (LAPP).

INAYARA DA SILVA REBELATTO

Engenharia de Alimentos, com Especialização em Didática do Ensino Superior e Vigilância Sanitária e Controle de Qualidade de Alimentos. Na área acadêmica é docente do Senac (Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial) - Campus Vilhena para os cursos da área de alimentos e gastronomia.

IONARA REGINA PIZZUTTI

Professora Associada da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Membro do corpo docente dos Programas de Pós Graduação em Química e Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da UFSM; Coordenadora do Centro de Pesquisa e Análise de Resíduos e Contaminantes (CEPARC) - UFSM; Mestrado e Doutorado em Química Analítica pela UFSM; Graduação em Química Industrial pela UFSM.

ISABEL RAUBER BARTH

Engenheira Química graduada pela Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões - URI Campus Santo Ângelo. Atualmente, mestranda do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS Campus Erechim.

ISABELA DOS SANTOS PAGLIONE

Graduada em Farmácia pela Faculdade Dom Bosco e mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnologia Federal do Paraná. Atualmente, atua como farmacêutica.

IZABELA DUTRA ALVIM

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, mestrado e doutorado em Alimentos e Nutrição pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente desenvolve pesquisas em microencapsulação aplicada à produtos alimentícios no Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolates, no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

JÉSSICA BARRIONUEVO RESSUTTE

Possui graduação em Engenharia de Alimentos (2015) e mestrado em Ciência de Alimentos (2019) pela Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Microbiologia de Alimentos e Tecnologia de Leite e Derivados, atuando principalmente nos seguintes temas: análise microbiológica de alimentos e aspectos tecnológicos de queijo

JÉSSICA MARIA FERREIRA DE ALMEIDA-COUTO

Graduada em Engenharia de Alimentos (2016) e mestre em Engenharia Química (2019) pela Universidade Estadual de Maringá. Atualmente é doutoranda em Engenharia Química e pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho pela mesma universidade. Tem experiência na área de alimentos, termodinâmica e segurança do trabalho atuando nos seguintes temas: café, extração de óleos vegetais, compostos ativos, epoxidação, materiais compósitos e absorção acústica.

JESSIKA N. RIBEIRO

Graduanda em Engenharia de Alimentos

JOÃO BOSCO FARIA

Professor Titular do Departamento de Alimentos e Nutrição da UNESP, onde é docente desde 1977. Foi também pesquisador do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) de 1973 a 1977. Concluiu seu Mestrado (1982) e Doutorado (1989) em Ciência dos Alimentos pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP de São Paulo. Realizou estágio de Pós-Doutoramento na Universidade de Zaragoza - Espanha (1997 a 1998) e apresentou sua tese de Livre-Docência em Análise de Alimentos (FCF-UNESP) em outubro de 2000. Foi Chefe do Departamento de Alimentos e Nutrição (FCF-UNESP) de 2010 a 2014, é docente/orientador junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição desde 1988, onde já orientou 84 trabalhos. Publicou 47 artigos em periódicos especializados, 84 trabalhos em anais de eventos, um livro e 10 capítulos de livros. Tem atuado na

área de Pesquisa e Extensão relacionadas com a Produção e Controle de Qualidade da Cachaça e atualmente coordena o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Qualidade da Cachaça, espaço de divulgação científica, treinamento e qualificação dos produtores do setor, com vistas à melhoria da qualidade e à exportação dessa bebida.

JONAS DOS SANTOS SOUSA

Possui graduação em Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico CENTEC e Mestrado em Engenharia Agrícola e Doutorado em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande UFCG. Atualmente é Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Maceió. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Desenvolvimento e Otimização de Processos, atuando principalmente nos seguintes temas: Quimiometria, Engenharia Bioquímica, Processamento de Produtos Agrícolas.

JULIANA MARIA VALÉRIO RESENDE

Mestrado em Ciência dos Alimentos (2014) pela Universidade Federal de Lavras, possui graduação em Química (2004) pelo Centro Universitário de Lavras.Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Orgânica e Química dos Produtos Naturais, atuando principalmente na caracterização química e avaliação de atividades biológicas de óleos essenciais. Atua como professora na Escola Estadual Dom Delfim (Itumirim - MG) e no Pré-vestibulares Losango.

KRISHNA RODRIGUES DE ROSA

Graduada em Medicina Veterinária pela UFMT, especialista em Ciência e Biotecnologia de Alimentos pela UFMT, especialista em Vigilância Sanitária e Controle de Qualidade dos Alimentos pela Universidade Castelo Branco e especialista em Gestão Pública pelo IFMT. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IFMT. Doutoranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela UFSM. Docente no IFMT campus Avançado de Guarantã do Norte na área de Zootecnia e Ciência e Tecnologia de Alimentos.

LARA LIMA SECCADIO

Graduação em Engenharia de Alimentos (2010) e Mestrado em Ciência e Tecnlogia de Alimentos (2013), pela Universidade Federal do Pará. Possui experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando com ênfase em tecnologia de produtos de origem vegetal, pós-colheita, alimentos funcionais, tecnologia de extrusão, transmissão oral da Doença de Chagas pelo açaí, e processos de fermentação espontânea. Atualmente, é professora EBTT do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Marabá Rural, onde atua também como coordenadora do Curso Técnico em Agroindústria - Subsequente.

LARISSA DE OLIVEIRA BISPO

Graduanda em Engenharia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira/PR;

LAYANE GÓIS DE ALMEIDA

Acadêmica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) do curso de Engenharia de Alimentos. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Avaliação e Controle de qualidade, valor nutritivo dos alimentos e química dos produtos naturais.

AUTORES

LEONARDO HUNALDO DOS SANTOS

Professor Adjunto III do curso de Licenciatura em Ciências Naturais com ênfase em Biologia da Universidade Federal do Maranhão, Campus de Imperatriz, onde também faz parte do Programa de Mestrado em Saúde e Tecnologia, além de coordenar o Projeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Atuou como Professor convidado do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da UFMA (São Luís-MA). Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestre e Doutor em Zootecnia com ênfase em Melhoramento Genético Animal pela Universidade Federal do Ceará. Possui experiência em Metodologia da Pesquisa Científica e Análise Estatística Aplicada. Atua em projetos de pesquisa nos seguintes temas: Genética, Melhoramento Genético, Estatística, Epidemiologia, Planejamento Experimental, Educação, Engenharia de Alimentos. Possui experiência em Ensino, tendo atuado nos níveis Fundamental, Pré-Vestibular, Técnico e Superior.

LIZANA EMANUELE SILVA DE SOUZA

Mestranda em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Câmpus Toledo/PR; Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira/PR

LORRANY MARIANO GOMES SILVA

Possui Graduação em Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal do Maranhão, Campus Zé Doca (2016). Atualmente é aluna do Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Controle de Qualidade de Alimentos pelo Instituto Federal do Maranhão, Campus Bacabal.

LUANA CARVALHO DA SILVA

Graduada no curso de Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual do Ceará, mestre em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará e doutoranda em Biotecnologia pelo Programa de Doutorado em Biotecnologia - Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO) ponto focal: UECE. Tem experiência na área de encapsulamento, utilizando polissacarídeos e proteínas para encapsular óleos vegetais.

LUANA GUABIRABA MENDES

Doutora em Biotecnologia no Renorbio(2017). MSc. em Ciências e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará(2012). Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2009) e Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Cerá(2013). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de alimentos com ênfase em corantes naturais, microbiologia de alimentos, embalagens de alimentos, tecnologia de alimentos, controle de qualidade e tecnologia de carnes e derivados.

LUCAS S. BRAGA

Mestre em Ciencia e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Goiás

LUCIANA CAVALCANTI DE AZEVEDO

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Católica de Pernambuco (1994), Especialização em Análise Instrumental Avançada na Faculdade Oswaldo Cruz (São Paulo-SP), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (1999), doutorado em Química pela Universidade Federal da Bahia (2007) e Pós-doutorado no Instituto de Pesquisa Energética e Nuclear (IPEN). É Pró-reitora de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação e professora titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, nos Cursos de Tecnologia em Alimentos e Pós-Graduação em Tenologia do Processamento de Frutas e Hortaliças. Tem experiência na área de Inovação Tecnológica, Engenharia Química, com ênfase em Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: processamento de frutas,

processamento de alimentos, aproveitamento de resíduos e análises físico-quimicas. Faz parte dos Programas de Pós graduação strictu sensu PROFNIT (UNIVASF) e PROFEPT (IF SERTÃO-PE).

LUIS CLÁUDIO VILLANI ORTIZ

Professor de Economia do Instituto Federal Goiano - Campus Iporá. Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS (1996), Pós Graduado em Economia Monetária, Mestre em Economia pela UFRGS (Porto Alegre) e atualmente curso o Programa de Pós Graduação a nível de Doutoramento em Desenvolvimento Regional pela UNISC/RS. Na carreira acadêmica iniciei minha experiência profissional nas Faculdades Integradas Machado de Assis/RS, Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo e Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões (instituição atual, do qual além de docente universitário, desempenhei a coordenação de Projeto de Extensão Universitária - NEPI Missões.

MAGALI SOARES DOS SANTOS POZZA

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (1995), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1998) e doutorado em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (2006). Atualmente é professor associado da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Ciência de Alimentos, com ênfase na área de microbiologia de alimentos e probióticos.

MAICON ROLDÃO BORGES

Atualmente cursando Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foi aluno de graduação da Universidade Federal do Rio Grande no curso: Engenharia Agroindustrial-Agroquímica, trabalhando com o projeto de pesquisa Difusão de Nanocatalisadores em Multicamadas de Filmes finos Poliméricos iniciado em 2015 sendo orientado pela Prof. Drª Carla Weber Scheeren com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul-FAPERGS, na mesma instituição foi bolsista de iniciação cientifica, no projeto de pesquisa: Membranas Biopoliméricas contendo Nanopartículas de Platina Aplicada na Eliminação de Compostos Aromáticos de Combustíveis; sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq.

MARCELA VEGA FERREIRA

Possui graduação em Química de Alimentos pela Universidade Pedagógica e Tecnológica da Colômbia (2006), especialista em Conservação de Recursos Naturais da Universidade do estado de Amazonas (UEA), Mestre e doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Trabalhou até abril de 2014 no Laboratório de Saúde Pública Estadual do Amazonas. Tem experiência na área de análises físico-químicas de águas e alimentos, vigilância de doenças transmitidas por alimentos, regulamento sanitário internacional e manejo de resíduos hospitalares e similares.

MARCELLA VITORIA GALINDO

Graduada em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Londrina, atualmente é aluna de mestrado da Universidade Estadual de Campinas na área de Ciência de Alimentos, com ênfase em análise de alimentos.

MÁRCIA AROCHA GULARTE

Formação: Economista Doméstica e Licenciatura em Economia Familiar (UFPel - 1992), especialização em Ciência dos Alimentos (UFPel - 1995), mestrado em Ciências dos Alimentos (UFSC - 1998), doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (estágio sanduíche na Universidad de Valladolid, Espanha) (2005) e pós-doutorado em Agroquímica e Tecnologia de Alimentos pelo IATA - Valencia, Espanha (2011). Atuação: Professora associada da UFPel, RS,

Brasil. Programas de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e em Nutrição e Alimentos da UFPel.

MÁRCIA HELENA SCABORA

Possui graduação em Ciências Biológicas e doutorado em Agronomia com área de Concentração em Sistemas de Produção pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é coordenadora do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos e Curso Superior de Tecnologia em Agroindústria, coordenadora do MBA em Gestão Industrial - FATEC SENAI Mato Grosso e professora de Microbiologia Geral, Análises Microbiológicas de Alimentos e Biotecnologia. Tem experiência em Microbiologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Análises Microbiológicas de Alimentos, Controle de Qualidade Alimentar.

MARCOS SERRA LUZ

Possui Especialização em Gestão da Segurança dos Alimentos, Graduação em Tecnologia em Alimentos e Curso Técnico em Química/Biocombustíveis pelo Instituto Federal do Maranhão. Tem experiência em Produção Apícola, Desenvolvimento de Produtos, Boas Práticas de Fabricação e Análise Química de Óleos. Atualmente é Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - EBTT, Membro do Grupo de Inovação e Pesquisa em Alimentos e Nutrição - GIPAN, Avaliador Ad Hoc dos Projetos de Extensão e Coordenador do Curso Técnico em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus Zé Doca.

MARÍA DEL MAR GÓMEZ-RAMOS

Senior Chemist do Laboratório de Referência da União Européia para Resíduos de Agrotóxicos em Frutas e Hortaliças (EURL-FV) - UAL; Graduação em Agronomia pela Universidade de Almería (UAL) - Espanha;

MARIA EDUARDA GABRIEL

Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Francisco Beltrão - PR (2016). Atualmente cursa graduação em Nutrição pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus Francisco Beltrão. Estagiou na empresa Laticínios Latco Ltda em Francisco Beltrão - PR, durante três meses, onde em seguida foi efetivada e trabalhou por certo tempo na empresa. Tem experiência na área de controle de qualidade de alimentos, microbiologia de alimentos e análises físico-químicas.

MARIANA GOUVÊA RODRIGUES

Biomédica graduada pela Universidade de Araraquara (UNIARA) com Mestrado e Doutorado em Alimentos e Nutrição pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Possui experiência em desenvolvimento de produtos com foco em bebidas alcoólicas. Desenvolve pesquisas nas áreas de Biotecnologia e Análise Sensorial. Ministra palestras e cursos voltados à produção e análise sensorial de alimentos e bebidas. Consultora no desenvolvimento de projetos e na análise de dados em ciências agrárias.

MARIANNE AYUMI SHIRAI

Graduada em Engenharia de alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná e doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Atualmente é professora do curso de Tecnologia de Alimentos na UTFPR – Campus Londrina e docente permanente do Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos da mesma instituição.

AUTORES

MARÍLIA ALVES DO NASCIMENTO

Graduada em Ciências Biológicas e mestre em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará. Atualmente, agente de educação ambiental pela OSCIP Associação Caatinga.

MARINÊS PAULA CORSO

Graduada em Tecnologia em Alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do PR - Unidade de Medianeira (2001). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo (2008) e Doutora em Ciência de Alimentos na Universidade estadual de Londrina (2013). Atualmente é professora efetiva da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: avaliação sensorial, aceitação, consumidor, produtos cárneos, extração supercrítica de óleos, café e embalagens.

MATHEUS FRANCIO

Graduado em Engenharia Química pela UNOESC - Universidade do Oeste do Estado de Santa Catarina - Campus de Videira (2019). Foi monitor das matérias de bromatologia e análise sensorial. Durante a graduação realizou diversas pesquisas de iniciação científica na área de alimentos e tratamento de efluentes. Estagiou por um ano na Videplast Embalagens Plásticas, e por dois anos foi estagiário no laboratório de análise sensorial do CETEC Centro de Tecnologia de Carnes BRF - Videira. Atualmente cursa MBA em Gestão Industrial pela FGV Campus Curitiba (conclusão em 2021) e atua como analista de laboratórios no CETEC da BRF Videira.

MAURO FONTANA

Graduado em Viticultura e Enologia pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Especialista em Gestão da Segurança de Alimentos pelo Senac São Paulo, e Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel, com ênfase em Análise e Controle de Qualidade de Alimentos.

MÔNICA RIBEIRO PIROZI

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1989), Mestre em Ciências dos Alimentos (Universidade Federal de Lavras, 1995), e Ph.D. em Grain Science and Industry (Kansas State University, 2003). Concluiu pos-doutorado na Kansas State University, em colaboração com USDA, em 2011. É Professora Associada do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa desde 1996. Atua no ensino, pesquisa e extensão na área de Ciência e Tecnologia de Cereais. Linhas de Pesquisa: Relação entre composição proteica e qualidade tecnológica de trigo; Proteínas anticongelantes em cereais; Farinhas isentas de glúten; Fortificação/processamento de arroz; Farinhas mistas; Características de amido e farinhas de banana.

NÁGELA FARIAS MAGAVE PICANÇO SIQUEIRA

Possui graduação em Licenciatura em Economia Doméstica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1991), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2003) e doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2010). Atualmente é professora titular do IFMT, professora titular - UAB.

NAIARA DA SILVA SANTOS

Técnica em Química, graduanda de Tecnologia em Alimentos, ambos pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Maceió, no qual atua como bolsista de iniciação científica. Tem experiência em Ciência e Tecnologia de Alimentos com ênfase em microbiologia, atuando nos principais temas: Meio de cultura alternativo, Isolamento de fungos filamentosos, produção de

biodiesel, controles de produção e perdas em alimentos, tecnologia de panificação e controle da qualidade microbiológica de alimentos.

NAYARA DE OLIVEIRA COSTA TEIXEIRA

Tecnóloga em alimentos pelo IFTM - Campus Uberlândia

NEIVA MARIA DE SOUZA

Possui graduação em Tecnologia em Processamento de Carnes pela FATEC SENAI MATO GROSSO. Possui experiência em abatedouro-frigorífico de bovinos e aves na área de produção fabril, assim como, no controle de qualidade, participando de projetos como PDCA, Ver e Agir, 5 S, além de qualidade de processos e análises laboratoriais de produtos.

NOEMI SILVA FELÍCIO

Atualmente é graduanda do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira.

PATRÍCIA APARECIDA TESTA

Doutoranda em Biotecnologia e Biodiversidade pela UFMT; Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IFMT; Especialista em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Internacional; Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Oeste de Santa Catarina. Atuou como docente na Faculdade de Tecnologia SENAI de Cuiabá - eixo Alimentos; como analista de pesquisa e desenvolvimento e analista de garantia e controle de qualidade na BRF S/A. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Produção, atuando de forma mais efetiva na docência, segurança do trabalho, qualidade, auditoria de clientes e órgãos de fiscalização, pesquisa, desenvolvimento e inovação de produtos e processos na indústria de alimentos de origem animal.

PATRÍCIA FÉLIX ÁVILA

Graduada o em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, é mestra em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, onde teve experiência na área de Engenharia de Alimentos, com ênfase em Engenharia de Bioprocessos, atuando principalmente nos seguintes temas:Pré-tratamento de Biomassa com Líquidos iônicos, hidrólise enzimática e experiência em Planejamento Experimental e Otimização de Processos através de metodologia de Análise de Superfície de Resposta. Atualmente é doutoranda em Engenharia de Alimentos na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp.

RAQUEL CARDOSO CAVALCANTI

Médica Veterinária pela UFMT, Mestre em Ciência Animal com ênfase em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. Especialista em Vigilância sanitária e controle de qualidade dos alimentos pela Universidade Castelo Branco. Possui experiência na área de docência da área técnica, tecnológica e graduação na área de alimentos, assim como, área de produção e garantia da qualidade de abatedouro-frigorífico de bovinos, sendo que atualmente é Supervisora do Controle de Qualidade na INBESP - Indústria e Beneficiamento de Subprodutos de Origem Animal Ltda.

RODRIGO GEREMIAS

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Paraná (2003), pós-graduação em engenharia de segurança do trabalho (2004) UFPR e em gestão em segurança alimentar (2010-2011) SENAC. Possui mestrado em química analítica (2009) pela FURB. Atualmente faz Doutorado no Programa de pós graduação de Engenharia de Alimentos na UFPR. É

professor tempo integral da UNOESC-Universidade do Oeste da Santa Catarina- Campus de Videira na área de química e engenharia química onde realiza pesquisas na área de análise ambiental e de alimentos. Trabalhou como supervisor de laboratórios no centro de Tecnologia de Carnes da Brasil Foods - CETEC BRF. É Supervisor de Radioproteção certificado pela CNEN - comissão nacional de energia nuclear.

ROSANA GOLDBECK

Graduada em Engenharia de Alimentos (2005) pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), cursou Mestrado (2008) e Doutorado (2012) em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Realizou uma parte de seu doutorado na Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) onde desenvolveu atividades de pesquisa com o grupo coordenado pelo Prof. Pau Ferrer. Realizou pós-doutorado no Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Atualmente é Professora Doutora MS-3.1 na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Possui experiência na área de Biotecnologia e Bioengenharia com ênfase em processos fermentativos, produção e purificação de enzimas, clonagem e expressão de proteínas heterólogas, hidrólise enzimática, produção de biocombustíveis (bioetanol) e outros produtos de biorrefinaria de maior valor agregado (xilo-oligossacarídeos).

ROSELAYNE FERRO FURTADO

Possui Graduação Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará, Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará e Doutorado em Biotecnologia Aplicada a Agropecuária pelo Programa Renorbio (ponto focal UFPE). Atualmente é pesquisadora na Embrapa Agroindústria Tropical e tem realizado pesquisa com várias lideranças de projetos na Agroindústria envolvendo polissacarideos e proteínas vegetais para aplicações em encapsulamento, embalagens para alimentos e no desenvolvimento de sistemas analíticos (biossensores) como ferramenta na análise da qualidade de alimentos.

SILVIA BENEDETTI

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade de Passo Fundo (2007), mestrado e doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Trabalhou na área de Processos de Separação na Indústria de Alimentos, com ênfase nos Processos de Separação por Membranas e Crioconcentração, destacando-se a aplicação para concentração de produtos da soja. Atualmente é docente na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, atuando no curso de Engenharia de Alimentos.

SÍLVIA BERNARDI

Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira/PR; Graduação em Tecnologia em Tecnologia de Alimentos pelo Centro Federal de Educação Tecnológico do Paraná (CEFET) – Câmpus Medianeira/PR

TATIANE RODRIGUES SILVA

Possui graduação em engenharia de alimentos pela UFMT campus Barra do Garças, especialização em segurança do trabalho e mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IFMT. Trabalha atualmente como instrutora do Senar/MT.

THAINÁ RODRIGUES STELLA

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (2019). Tem experiência na área de Tecnologia de Leite e Derivados, atuando principalmente nos seguintes temas: análise físico-química de alimentos e aspectos tecnológicos de queijo. Atua no controle de qualidade na empresa Natural Produtos.

AUTORES

THAÍS TATIANE RUARO DE OLIVEIRA

Possui graduação em Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2015). Atualmente é diretor do departamento de assistência social da Prefeitura Municipal de Vera Cruz do Oeste. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos

THÂMARA DE PAULA REIS SOUSA PIRES

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Maranhão (2008) e pós-graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Maranhão (2011). Atualmente é Doutoranda em Biotecnologia /RENORBIO pela Universidade Federal do Maranhão e Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos.

VANIA M ALVES

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFT

VANUSA ANDREA CASARIN

Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (UFRGS). Mestre em Engenharia de Produção (UFSM). Especialista em Gestão Estratégica de Organizações (URI). Graduada em Administração (URI). Atualmente professora da Faculdade Santo Angelo (FASA). Atuei como professora e pesquisadora na URI campus Santo Ângelo, do Mestrado em Gestão Estratégica de Organizações e de cursos de graduação; professora e pesquisadora da Faculdade América Latina, professora da Faculdades Integradas Machado de Assis e URI, campus São Luiz Gonzaga.

VIRLANE KELLY LIMA HUNALDO

Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (2005), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (2008) e doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (2013). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: Processamento de frutas, aproveitamento integral de alimentos.

VITÓRIA REGINA BESSA

Tecnóloga em alimentos pelo IFTM - Campus Uberlândia

VITÓRIA VIRGINIA SOARES AZEVEDO

Tem experiência na área de: Gestão de Comércio pela Instituição Nacional de Referência em Educação Profissional Aprendiz Sem Fronteiras - INASF; Recepcionista e Jornada da Superação em Língua Portuguesa pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC; Graduanda em Engenharia de Alimentos - UFMA; Experiência em monitoria de biologia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA; Pesquisa na área de análises qualitativa e quantitativa do leite, eletrônica básica e elaboração de novos produtos na área de leite e derivados



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7042-123-4
9 788570 421234